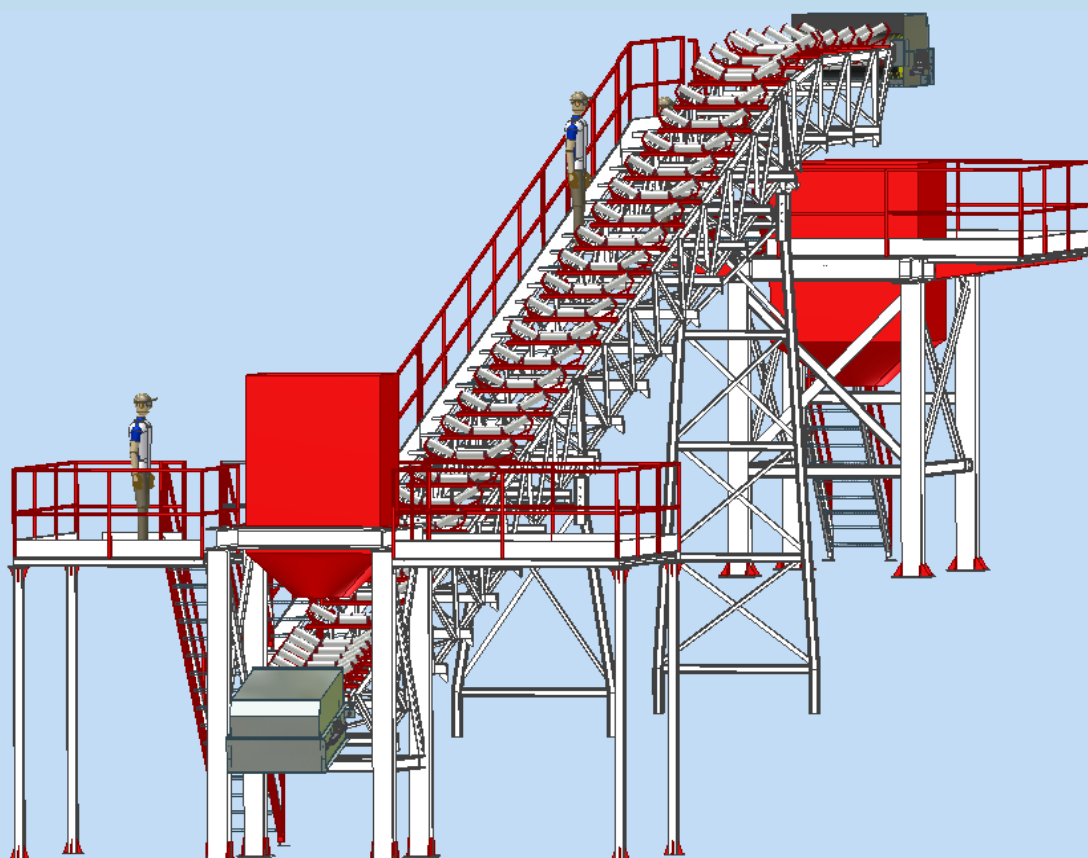


Septiembre
2014

Diseño de Cinta Transportadora e Estructura auxiliar para planta de procesado de arcillas



Alumno: AITOR ANGEL HERAS LOPEZ

Tutor: JAVIER ANDRES DE LA ESPERANZA



AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar agradeciendo la realización de este proyecto a mi tutor, Francisco Javier Andrés de la Esperanza, quien me dio la oportunidad de realizar este Proyecto Fin de Carrera. Por su apoyo, consejos y paciencia demostrada a lo largo de mis visitas, dándome la esperanza para seguir aprendiendo en un campo, al principio, desconocido para mí.

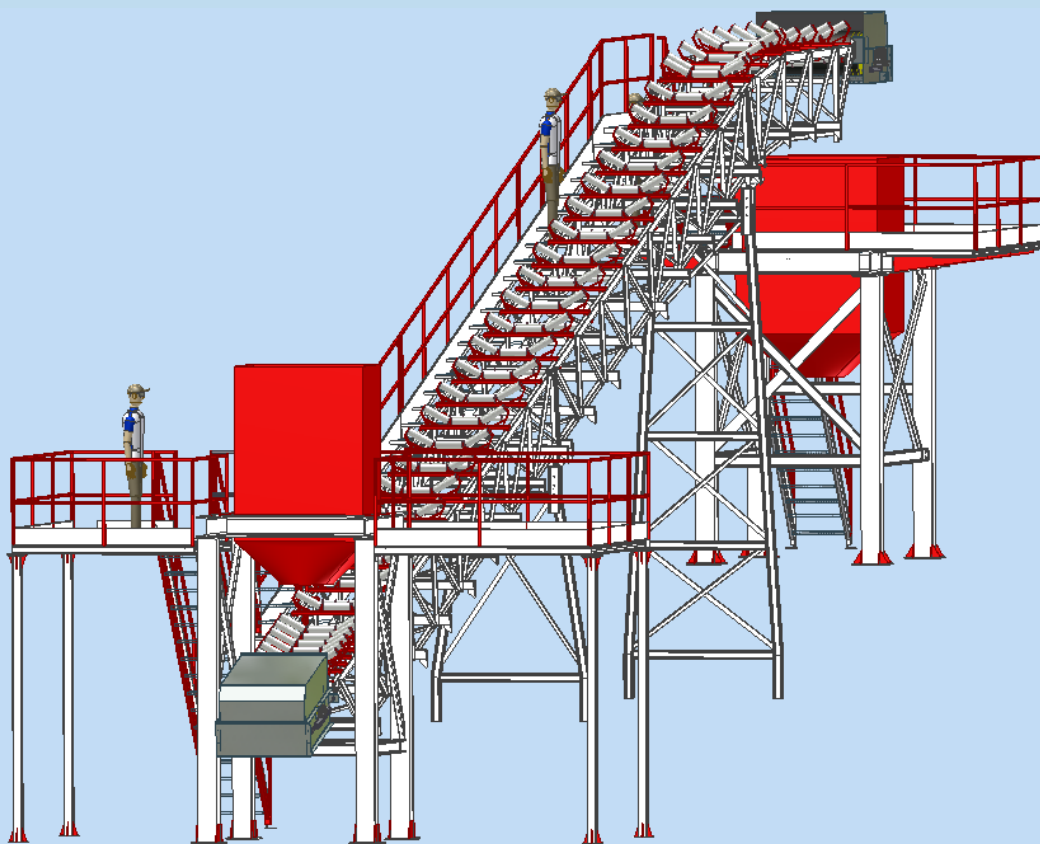
También quiero agradecer el apoyo que he recibido por parte de los profesores y compañeros a lo largo de este periodo de mi vida porque siempre han estado ahí para escucharme y ayudarme en lo que pudieran.

Por último y no menos importante, me gustaría agradecer el apoyo recibido por parte de mi familia y seres queridos, es especial a mis padres por darme la oportunidad de poder haber estudiado esta maravillosa carrera, además de la ayuda y sacrificio mostrados en el día a día. Dándome la fuerza para superar momentos difíciles, desafíos y retos encontrados en este camino. Simplemente Gracias.

INDICE

CAPITULO 1: MEMORIA	1
1.1 Presentación	2
1.2 Objeto	4
1.3 Alcance	5
1.4 Estructura de la memoria	6
1.5 Antecedentes	7
1.6 Normas y referencias	14
1.7 Definiciones y abreviaturas	47
1.8 Requisitos de diseño	52
1.9 Análisis de soluciones	53
1.10 Resultado final	62
1.11 Planificación	63
1.12 Orden de prioridad entre documentos	69
CAPITULO 2: DISEÑO	71
2.1 Criterios de diseño	73
2.2 Selección de las piezas de la cinta	99
2.3 Acciones sobre la cinta transportadora	104
CAPITULO 3: PLANOS	119
3.1 Planos	121
CAPITULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES	123
4.1 Disposiciones generales	125
4.2 Alcance de suministro	128
4.3 Normas, reglamentos y legalización	130
4.4 Requisitos de diseño	131
4.5 Pruebas	135
4.6 Condiciones facultativas	136
4.7 Condiciones económicas	139
4.8 Disposiciones legales	144
CAPITULO 5: ESTADO DE LAS MEDICIONES	149
5.1 Estado de las mediciones	151
CAPITULO 6: PRESUPUESTO	155
6.1 Parte Mecánica	157
6.2 Exclusiones	160
6.3 Observaciones	161
CAPITULO 7: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA	163
7.1 Plan de seguridad y salud en el trabajo	165
7.2 Desmantelación	174
7.3 Nivel Sonoro	175
7.4 Tensión de servicio	176
CAPITULO 8: CONCLUSIONES	177
8.1 Conclusiones	179
CAPITULO 9: ANEXOS	181
9.1 Anexos de cálculos	183
9.2 Catalogo de bandas	200
9.3 Diagrama de GANTT	233
9.4 Manual de Instrucciones	241

CAPITULO 1 - MEMORIA



1.1- PRESENTACION

Desde la segunda mitad del siglo XVII las cintas transportadoras han sido una parte inevitable de transporte de material. Pero fue en 1795 cuando la cinta transportadora se convirtió en un medio popular y útil para el transporte de materiales a granel cómo será el caso de nuestro diseño.

Siendo una máquina tan útil y que a la vez necesita de conocimientos de todos los ámbitos mecánicos (estructurales, maquinas, producción) y otros como el eléctrico por ejemplo, hizo que me pareciera una buena idea realizar su diseño y todos sus cálculos.

Así pues me dispuse a buscar empresas que se dediquen al diseño de esta maquinaria y encontré entre ellos Euromeca, una pequeña empresa pero con muy buena reputación. En ella, aparte de varios diseños estructurales tales como tolvas, y cintas de pequeño tamaño, hice el diseño de la cinta transportadora que mostraré en este proyecto.

Euromeca nace en 1998, con un compromiso constante con sus clientes, desarrollando los proyectos de acuerdo a todas sus necesidades. En este sentido, prima la calidad del servicio, gracias al crecimiento continuo de sus recursos técnicos y humanos.

Este compromiso que, desde un principio se marcaron como meta, se está cumpliendo con un aumento progresivo del número de clientes. Los servicios que ofrece esta empresa son los siguientes.

- Ingeniería y procesos Industriales
- Reingeniería en plantas industriales
- Adecuaciones Industriales
- Traslados de instalaciones industriales
- Aplicaciones industriales específicas.
- Control de procesos industriales
- Instalaciones llave en mano
- Normativa, control de fabricación y calidad.
- Mantenimiento.

La petición de la cinta transportadora emerge de una empresa de primer nivel en toda España llamada Euroarce, la cual es cliente asiduo de Euromeca para mantenimiento y adecuaciones industriales. En ese momento, Euromeca me encomienda el diseño sin utilizar ninguna de sus librerías.

El diseño deberá satisfacer unos requisitos y poder ubicarse con facilidad en nuestra industria cerámica. A continuación se comentará de forma breve los procesos industriales y donde se ubicará nuestra cinta.

1. Extracción de la arcilla: La extracción de arcillas se realiza en canteras y bajo estrictos controles de seguridad y respeto medioambiental. Una vez explotadas las canteras, estas se regeneran para diferentes usos, preferentemente agrícolas.

2. Tamizado o dosificado: Consiste en la clasificación de la arcilla según su tamaño para su posterior tratamiento.
3. Machaqueo: Tras la primera mezcla, el proceso de machaqueo permite obtener el tamaño deseado de la materia prima para que pueda ser trabajada a continuación. El machaqueo puede ser realizada por vía seca o vía húmeda. Si se elige la primera opción, se fragmenta la arcilla a la vez que se mantienen los agregados y aglomerados de partículas, con un tamaño de partículas mayor al que resulta de utilizar machaqueo por vía húmeda.
4. Desmenuzador: En esta etapa es donde se consigue el tamaño de grano deseado. Nuestra cinta transportadora sirve para pasar la arcilla del proceso de machaqueo al proceso de desmenuzado.
5. Almacenamiento. Una vez obtenido el tamaño demandado se almacena en silos para su posterior venta.

Los requisitos para el diseño son los siguientes.

- Trasladar arcilla granulada.
- Peso específico de 1 tonelada/m³
- El tamaño de la arcilla entre 0 a 150 mm.
- Capaz de soportar una abrasión de clase C y una corrosión de clase A.
- Capacidad de transporte volumétrico de 150 m³/h.
- Longitud: 32775 mm
- Desnivel de 6743 mm.
- Inclinación de 14⁰.
- Utilización de 12 horas al día.
- Condiciones de trabajo estándar.
- Deberá tener un acceso para posibles reparaciones.
- Cumplir la legislación vigente.

Una vez quedan definidos los requisitos que debe de tener la máquina, nos centramos en el diseño que deberá de tener. Para la estructura se ha optado por el “cuello de cisne”. Esto consiste en que la cinta nace inclinada, pero que en cierto punto vira para volverse horizontal, es decir, pasaremos de los 14 grados requeridos a 0 grados, de manera que el material se depositará adecuadamente. Todo esto se verá de manera minuciosa en los capítulos posteriores.

1.2 - OBJETO

La realización de este trabajo persigue el objetivo fundamental de dar soluciones óptimas a uno de nuestros clientes asiduos. La solución final es de la que trata nuestro proyecto.

En segundo lugar este proyecto trata de poner a prueba todos los conocimientos profundizados durante la carrera. Es por ello que el carácter de este proyecto es general, de manera que no solo se basa en mecánica sino que abarca muchos de los temas ingenieriles actuales.

1.3 - ALCANCE

Implementar una solución económica dentro de la compañía Euroarce que incluye.

- Ofrecer una solución tangible para la problemática de Euroarce.
- Optimizar el tiempo producción de materia prima.
- Incrementar la satisfacción del cliente con Euromeca.
- Contribuir al medio ambiente optimizando los recursos disponibles.
- Ofrecer una solución segura para el personal que trabaje en esta industria.

Con el proyecto se busca la optimización de recursos físicos, la reducción de costos operacionales y una mejora en la producción de Euromeca.

No incluye el diseño de chapa para la cubrición del material durante el proceso de transporte ni la obra para las zapatas necesarias para los caballetes de la cinta, siendo a cuenta de Euromeca.

1.4 - ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

Este proyecto consta de 9 capítulos.

- **Capítulo 1 MEMORIA:** Es donde nos encontramos ahora, se trata de un capítulo introductorio donde se comenta que es una cinta transportadora, sus antecedentes, sus partes, definiciones y abreviaturas para poder seguir correctamente los cálculos, los requisitos de diseño, las posibles soluciones a nuestro problema, normas y referencias, la solución final adoptada y sus porqués, la planificación para poder llevar a cabo el proyecto, el orden de prioridad del proyecto, objeto, y alcance de este.
- **Capítulo 2 CALCULOS:** En este capítulo se analizarán todos los cálculos necesarios para llevar a cabo la cinta transportadora, así como la documentación de la que partimos para ello.
- **Capítulo 3 PLANOS:** Aquí es donde se ubicarán los planos que se crean necesarios para la correcta interpretación de nuestro proyecto.
- **Capítulo 4 PLIEGO DE CONDICIONES:** En el Pliego de condiciones se concordará y firmará, éste contiene las relaciones que existirán y que tienen que cumplirse, entre el propietario y el ejecutor de cualquier proyecto, servicio o concesión administrativa. Este documento debe contener toda la información necesaria para que el proyecto llegue a buen fin de acuerdo con los planos constructivos del mismo, indica las condiciones generales del trabajo, la descripción y características de los materiales a utilizar, los planos constructivos, y la localización de la obra o servicio. También señala los derechos, obligaciones y responsabilidades de las partes que lo suscriben.
- **Capítulo 5 ESTADO DE LAS MEDICIONES:** Recogerá un listado con todas las mediciones clasificándolas por partes.
- **Capítulo 6 PRESUPUESTO:** Se expondrá un presupuesto minucioso de todo el proyecto.
- **Capítulo 7 ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA:** Se compondrá por un plan de seguridad y salud de trabajo, así como manuales e impacto medioambiental de la cinta transportadora.
- **Capítulo 8 CONCLUSIONES:** Recogerá las conclusiones finales después de haber desarrollado el presente Trabajo Final de Grado, además de exponer todas las posibles modificaciones futuras recomendadas.
- **Capítulo 9 ANEXOS:** Se observarán todos los documentos extras necesarios para la correcta comprensión de TFG.

1.5 - ANTECEDENTES

1.5.1 NACIMIENTO DE LA IDEA

Todo se origina en el seno de **Euroarce**, empresa líder europeo de extracción de arcilla. Esta empresa es creada en 1.989, y dentro de un proceso global de diversificación industrial de SAMCA, comienzan a estudiarse las posibilidades de las arcillas de Teruel en el mundo de la cerámica, y más concretamente, en el vecino sector del azulejo castellanense. La lucha continua de este pequeño sueño ha permitido que esta empresa se implantara progresiva y sólidamente en los mercados cerámicos, para llegar a ser líderes españoles en materias primas cerámicas, y una de las referencias obligadas a nivel europeo.

Algunos de los hitos más importantes de esta empresa son.

- **1989.** Creación de Euroarce, Compañía Europea de Arcillas.
- **1991.** Instalación de la planta de mezcla y lavado de arcillas en Ariño (Teruel).
- **1994.** Adquisición de Compañía Minera del Río Pirón en Navas de Oro (Segovia).
- **1995.** Instalación de la planta de atomización y micronizado en Onda (Castellón).
- **1996.** Adquisición de Penta S.r.l. en Civita Castellana (Italia).
- **1998.** Adquisición de Coloresmalt S.A. en Alcora (Castellón).
- **2000.** Puesta en marcha de la planta de pastas cerámicas para vajilla en Oia (Portugal), que será vendida en 2.007.
- **2002.** Adquisición de ABSA en Tamame de Sayago (Zamora) e instalación de nueva planta de lavado de arcillas.
- **2003.** Ariño: Ampliación de la planta de mezcla de arcillas e instalación del horno de calcinación de las mismas.
- **2007.** Onda: Ampliación de las instalaciones de preparación de pastas y molienda. Instalación de la planta de almacenaje y mezcla de materias primas.
- **2009.** Adquisición del yacimiento y planta de Sica en Arguisuelas (Cuenca), que se unió en 2010 a la adquisición del yacimiento vecino de Sibelco en la misma localidad.

Estando esta empresa en una continua expansión se necesita para una su nueva planta en Alcora una solución para pasar la materia prima desde la machacadora al desmenuzador y se recurre a Euromeca (empresa donde se han realizado las prácticas). En esta última empresa se valoraron varias soluciones y se llegó a la idea final de una cinta transportadora que finalice con cuello de cisne, para el transporte de material a granel.

1.5.2 CINTA TRANSPORTADORA

Una cinta transportadora es un mecanismo que permite el transporte de objetos continuo formado por dos poleas que mueven una cinta. Las poleas están movidas por motores, los que hacen girar la cinta y transportan el contenido existente sobre la misma.

Existen bandas de uso ligero y uso pesado. Esta banda es trasladada gracias a la fricción de unos de los tambores (tambor motor) y el otro solo rodará sin ningún accionamiento y sirve como retorno de la banda. Además la banda entre los tambores tiene rodillos que sirven para soportar esta y darle consistencia.

La historia de este aparato se inicia en la segunda mitad del siglo XVII. Desde entonces, las cintas transportadoras han sido una parte inevitable de transporte de material. Pero fue en 1795 cuando la cinta transportadora se convirtió en un medio popular para el transporte de materiales a granel. En un principio, se utilizaban solo para mover sacos de grano en distancias cortas. El sistema de transporte y de trabajo era bastante simple en los primeros días. El sistema de transporte disponía de una cama plana de madera y un cinturón que movía dicha cama (*Figura 1.1*). Anteriormente, las cintas transportadoras estaban hechas de cuero, lona o de goma. Este sistema era muy popular para el transporte de objetos voluminosos de un lugar a otro.



Figura 1.1: Cinta transportadora del mitad del siglo XIX.

A principios del siglo XX, las aplicaciones de las cintas transportadoras se hicieron más amplias. *Hymle Goddard* de *Logan* fue la primera compañía en recibir la patente para el transportador de rodillos, pero el transportador de rodillos no prosperó. Unos años más tarde, en 1919, se comenzó a utilizar el transportador automotriz, y con ello, la cinta transportadora se convierte en una herramienta popular para el transporte de mercancías pesadas y grandes, dentro de las fábricas. Durante la década de 1920, las cintas transportadoras eran muy comunes, y por ello sufrieron grandes cambios, utilizándose en las minas de carbón para manejar lotes de más de 8 km.

La banda se fabricaba con varias capas de algodón y cubiertas de goma. Uno de los puntos de inflexión en la historia de las cintas transportadoras, fue la introducción de bandas transportadoras sintéticas. Fueron introducidas durante la Segunda Guerra Mundial, principalmente debido a la escasez de materiales naturales como el algodón, el caucho y lona. Desde entonces, las cintas transportadoras sintéticas se han hecho populares en diversos campos.

Con la creciente demanda en el mercado, muchos polímeros sintéticos y telas comenzaron a ser utilizados en su fabricación. Hoy en día, el algodón, la lona, el EPDM, cuero, neopreno, nylon, poliéster, poliuretano, uretano, PVC, caucho, silicona y acero se utilizan comúnmente en su diseño. La elección del material utilizado para su fabricación, en definitiva, está determinada por su aplicación.

1.5.3 HITOS CRONOLOGICOS DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Al contrario que otros medios de transporte, las cintas transportadoras han hecho su aparición en fechas relativamente recientes, A continuación se reseñan las fechas conocidas de su invención y de su desarrollo posterior.

- **Año 1795:** Invención por Oliver Evans, en U.S.A. (*Figura 1.2*). Primera cinta empleada en el transporte de grano; cinta descendente automotriz cuyo material era de cuero o lona.
- **Año 1859:** Instalación de cintas en el canal de Suez para la construcción del mismo por Fernando de Lesseps (*Figura 1.3*).
- **Año 1860:** Instalación en Siberia de un conjunto de cintas, para el transporte de arena, por el Ingeniero Ruso Lopatine.
- **Año 1868:** Graham Wesmacott y Lyster emplearon cintas de lona recubiertas con goma usando rodillos planos con los extremos levantados, en este diseño, la velocidad de la banda no era constante, causando un rápido desgaste en los bordes de la misma. Entonces, fue necesario utilizar rodillos planos, pero su consecuencia fue la disminución la capacidad de la banda. En este año, también se montaron los primeros dispositivos de descarga "*trippers*".
- **Año 1885:** En Estados Unidos Thomas Robbins inventó la terna de rodillos solucionando los problemas de desgaste de la banda. Wesmacott y Lyster aumentaron la capacidad de transporte utilizando este sistema en sus instalaciones. Actualmente se conserva este diseño de rodillos.
- **Año 1900:** Invención del *Sándwich-Conveyor*. Una variación del mismo fue desarrollada por la firma *Stephens Adamson* y es conocida como el *Loop Conveyor*, esta cinta se usó inicialmente para la descarga de barcos, alcanzando gran éxito, tanto que el sistema es empleado actualmente.
- **Año 1919:** Desarrollo de la cinta *Booster*. Una variante de la cinta del sistema *HORSTEMANN*, que fue realizada por la firma alemana *Krupp*, en cooperación con la *RHEINISCHE BRAUNKOHLENWERKE A.G.* de Colonia.

- **Años 1920-1950:** El transporte por cinta experimentó un gran avance durante este periodo, aunque algo retardado porque las bandas de algodón empleadas, al no ser de gran resistencia, obligaban a usar un gran número de telas (hasta 8), siendo poco flexibles. Además requerían el empleo de una terna de rodillos de solo 20° y tambores de gran diámetro. En estos años también se instaló la primera banda *Steelcord* en Estados Unidos (1942) y se inventó el *Cable Belt* (1949), pero hasta 1953 no se hizo uso de ella, instalándose en la mina *Frances Colliery*, Escocia, con una longitud de 720 m y una capacidad de 170 T/hora.
- **Año 1960:** Invención de las bandas de Poliéster, desplazaron rápidamente a las de algodón debido a su alta resistencia, produciendo un aumento en la capacidad y las longitudes de transporte.
- **Año 1963:** Empleo de las cintas con curvas horizontales en el metro de París para la extracción de materiales, más tarde, se instaló el mismo sistema en la mina subterránea de Ouenza en Marruecos. En la actualidad hay instaladas más de 80 cintas, principalmente por firmas Alemanas.
- **Año 1965:** Inicio del empleo generalizado de las bandas ST *Steelcord*, originando un cambio similar al experimentado al pasar de las bandas de algodón a las de poliéster.
- **Año 1970:** Invención del *Pipe Conveyor* (Cintas Tubulares) por *JAPAN PIPE CONVEYOR*, siendo muy exitosas. En este año también se inventa la cinta *AEROBELT* (cinta con cojín de aire), desarrollada por el profesor *JONKERS* junto con la firma holandesa *SLUIS Machinefabrik*.
- **Año 1973:** Invención del *Pinch Roll Drive Conveyor*, desarrollada por *B.F. GOODRICH* de USA. Fue poco exitosa, pues solo se instaló en una mina subterránea de Nuevo México.
- **Año 1977:** La cinta *Flexowell*, (cinta de gran inclinación) se desarrollada por la firma alemana *CONRAD SCHOLTZ*, y se presentó en la feria de *HANNOVER* del año 1977, esta cinta cumplía con los mismos objetivos de la cinta *sándwich* o la *H.A.C (High Angle Conveyor)*.

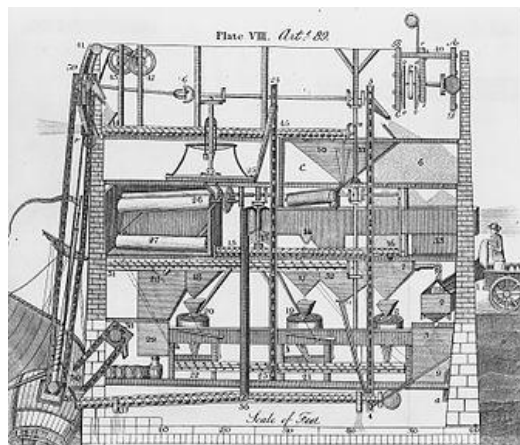


Figura 1.2. Máquina automotriz de Oliver Evans.



Figura 1.3. Draga con cinta transportadora de 60 m. Canal de Suez.

1.5.4 GENERALIDADES

1.5.4.1 Materiales a transportar, tamaños y temperaturas.

Los primeros materiales que se transportaron por cinta y de los que se tiene noticia histórica, fueron los cereales y las harinas. Con posterioridad, el otro producto más transportado fue el carbón y ello sucedió principalmente en Inglaterra, a consecuencia de la explotación de las minas desde el S.XIX hasta hoy en día. Las capacidades a transportar y las distancias eran pequeñas desde el punto de vista actual.

Desde aquellos comienzos, el empleo de cintas transportadoras se ha ido extendiendo de una forma progresiva a casi todos los materiales a granel encontrados en su estado natural y empleados en industrias de todo tipo, entre los que se puede citar todos los minerales, piedras, gravas y tierras.

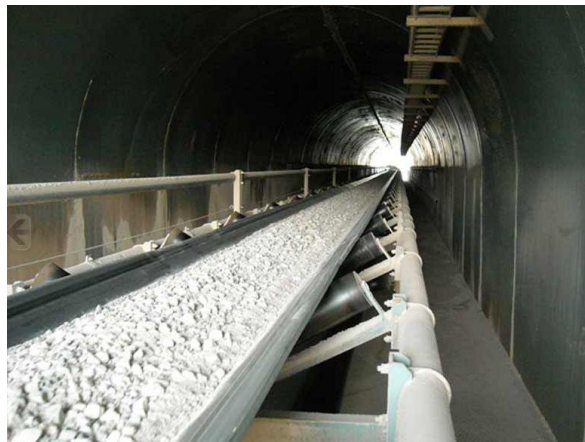


Figura 1.4. Cinta transportadora de acopio de hormigón.

También se transportan productos fabricados partiendo de los naturales, tales como el *cok*, *clinker*, cementos, etc. En la agricultura también se transportan productos como patatas remolacha etc. Puede decirse, que las cintas transportadoras se emplean principalmente en las industrias extractoras, como minas subterráneas y a cielo abierto, canteras y graveras, industrias siderúrgicas, centrales térmicas, instalaciones de almacenamiento, industrias fertilizantes y otras industrias menos importantes.

Desde el punto de vista del tamaño del material a transportar, hoy en día, la dimensión de los trozos o partículas, varía desde el polvo hasta 300 o 400 mm, por lo que para el caso de piedras en las canteras es necesaria una previa trituración. En lo que se refiere a temperaturas, pueden transportarse materiales como clinker y el cok, con temperaturas de hasta más de 200° C, gracias a los avances logrados en la fabricación de recubrimientos con gomas de calidad adecuada.

1.5.4.2 Capacidades a transportar y longitudes.

Teniendo en cuenta el proceso de fabricación de bandas, tanto en anchura como en calidades, es corriente en la actualidad el transporte de hasta 10000 T/hora, existiendo cintas especiales que transportan hasta 50000 T/hora. Respecto a la longitud, existen cintas de hasta 30 km (Figura 1.5).

La cinta transportadora más larga del mundo está en el Sáhara Occidental, tiene 100 km de longitud y va desde las minas de fosfatos de Bu Craa hasta la costa sur de El Aaiún. La cinta transportadora simple más larga tiene 17 km y se usa para transportar caliza y pizarra desde Meghalaya (India) hasta Sylhet (Bangladés).



Figura 1.5. Cinta transportadora para extracción de fosfatos en Marruecos.

1.5.4.3 Ventajas ambientales y de seguridad

Para evitar la dispersión de polvos, es necesario realizar un recubrimiento de la cinta transportadora en su recorrido, contribuyendo así a mantener una atmósfera limpia. En la actualidad es posible reducir por completo la emisión de polvo al exterior mediante la instalación de cintas tubulares (*pipe conveyors*), esto es obligatorio si la cinta está cercana a núcleos urbanos.

1.5.4.4 Carga y descarga

Aunque en general las cintas transportadoras se cargan y descargan en los extremos de la misma, es posible efectuar la carga en un punto cualquiera a lo largo de su longitud mediante dispositivos diversos, como son las tolvas, o directamente sobre otras cintas.

La descarga de las cintas se efectúa por lo general en cabeza, pero es posible hacerla también en cualquier punto fijo de la misma, o de una forma continua, empleando disposiciones constructivas adecuadas como son los trippers y derivados laterales. Mención especial merece la carga cuando se lleva a cabo en los parques de minerales (Figura 1.6), pues se efectúa en toda su longitud mediante un carro de recogida, generalmente llamado *reclaimer*.



Figura 1.6. Reclaimer de la mina de carbón de Kestrel.

1.6 – NORMAS Y REFERENCIAS

1.6.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

El conjunto de disposiciones legales y normas es la siguiente.

- Criterios generales para la elaboración de proyectos (UNE 157001:2002)
- Normas de los principios generales de representación, cajetines, acotación... etc, indicadas en la norma UNE 157001:2002, en el punto 8.2.
- Real Decreto 1215/1997, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1435/1992, por el que se dictan las Disposiciones de Aplicación de la directiva del consejo 89/392 CEE, sobre máquinas.
- Real Decreto 1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 7/1988, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión, así como su posterior modificación en el RD 154/1995.
- Directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas.
- Directiva 2004/108/CE sobre la compatibilidad electromagnética.
- Directiva 2006/95/CEE, sobre material eléctrico en baja tensión.
- Normas CEN EN 292-1/ 292-2/ 292-2/A1. Seguridad de máquinas. Principios básicos, principios generales de diseño.
- Norma UNE-EN 811:1997. Seguridad de máquinas. Distancia de seguridad para miembros inferiores.
- Norma UNE-EN 294:1993. Seguridad de máquinas. Distancia de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.
- Norma UNE-EN 563/A1:2000. Seguridad de máquinas. Temperaturas de las superficies accesibles. Datos ergonómicos para establecer los valores de las temperaturas límites de las superficies calientes.
- Norma UNE-EN 1050:1997. Seguridad de máquinas. Principios para la evaluación de riesgos.
- Norma UNE-EN 1088:1996. Seguridad de máquinas. Dispositivos de bloqueo asociados a las protecciones. Principios de diseño y selección.
- Norma UNE-EN 614-2:2001. Seguridad de máquinas. Principios ergonómicos de diseño.
- Norma UNE-EN 418:1993. Seguridad de máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios de diseño.
- Norma UNE-EN 349:1993. Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
- Norma UNE-EN 547-1, 2:1997. Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.

- Norma UNE-EN 953:1998 + A1:2009. Seguridad de las máquinas. Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
- Norma UNE 18127:1983. Bandas transportadoras. Determinación de los diámetros mínimos de los tambores.
- Norma UNE 18136:1979. Bandas transportadoras compuestas de goma con núcleo de tejidos textiles. Anchos y longitudes.
- Norma UNE 58204:1992. Aparatos de manutención continua. Cintas transportadoras provistas de rodillos portantes. Cálculo de la potencia disponible y esfuerzos de tracción.
- Norma UNE 58206:1981. Equipos de manutención continua para gránulos. Transportadores de banda en artesa (excluidos los móviles). Tambores.
- Norma UNE 58218:1987. Aparatos de manutención continua. Código de seguridad de los transportadores de banda. Ejemplos de protección de los puntos de enrollamiento.
- Norma UNE 58231:1992. Aparatos de manutención continua para productos a granel. Transportadores de cinta en artesa, excluidos los móviles. Cintas transportadoras.
- Norma UNE 58232:1992. Aparatos de manutención continua para productos a granel. Transportadores de cinta en artesa, excluidos los móviles. Rodillos de apoyo.
- Norma UNE 58240:1994. Aparatos de manutención continua. Transportadores de cinta. Discos amortiguadores para rodillos portadores y discos anticolmatantes para rodillos de retorno. Medidas principales.
- Norma UNE 58249:1995. Aparatos de manutención continua para productos a granel y para cargas aisladas. Transportadores de correa. Características básicas de los rodillos motrices.
- Norma UNE-EN 617:2002. Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos de almacenamiento de materiales a granel en silos, tanques, depósitos y tolvas.
- Norma UNE-EN 618:2002. Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos de manutención mecánica de materiales a granel, con la excepción de banda fijos.
- Norma UNE-EN 620:2002. Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de compatibilidad electromagnética (CEM) para cintas transportadoras fijas de productos a granel.
- Norma UNE-EN 873:1997. Bandas transportadoras ligeras. Características principales y aplicaciones.
- Norma UNE-EN 1554:1999. Bandas transportadoras. Ensayos de rozamiento del tambor.
- Norma UNE-EN 1721:1999. Bandas transportadoras ligeras. Método de ensayo para la determinación del coeficiente de rozamiento.
- Norma UNE-EN 12882:2002. Bandas transportadoras de uso general. Requisitos de seguridad eléctrica y de protección contra la inflamabilidad.
- Norma UNE-EN ISO 1120:2002. Bandas transportadoras. Determinación de la resistencia de los elementos de las fijaciones mecánicas. Método de ensayo estático (ISO 1120:2002).

1.6.2 BIBLIOGRAFIA

- Bovea Edo, Maria Dolores, “Manual de seguridad e higiene industrial para la formación en ingeniería”. Col·lecció treballs d’informatica i tecnologia. num. 33, 2013. P. 326
- Castañón Ruiz, Jose Luis, “Actividades de tecnología”. Ampuriabrava, 2004. P-500. ISBN: 84-922349-5-4.
- España. *Norma de construcción Sismorresistente NCSE-02 Parte general y edificación*. Real decreto 997/2002 de 27 de septiembre de 2002. P-70.
- España. *Código técnico de la edificación seguridad estructural acciones en la edificación*. Real decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006.
- Ibañez Aymerich, Manuel-Jose. “Diseño de una cinta transportadora con carro descargador lateral para el acopio de sílice y caolines en una industria minera”. Universidad Jaume I.
- RULMECA. Rollers and components for bulk handling. ALME, Italia: RULMECA S.A, 2003.
- AENOR. Uniones soldadas por fusión, soldeo fuerte y soldeo blando. Representación simbolica en los planos. UNE-EN 22553. Madrid: AENOR, 1994.
- <http://rotranssa.com/>
- <http://directindustry.com/>
- <http://cintya2010.wordpress.com/>
- <http://www.urjc.es/biblioteca/>
- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/>
- <http://www.msha.gov/S&HINFO/bpcards/conveyor/BP-51s.pdf>
- <http://www.maquiaridos.es/cinta-transportadora/protecciones-de-seguridad>
- http://www.construmatica.com/construpedia/Uso_Seguro_de_la_Cinta_Transportado
- <http://preencion.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/ficheros/SIE0506004%20Cinta%20.pdf>
- <http://www.metso.com/miningandconstruction>
- <http://charlasdeseguridad.com.ar/2012/05/riesgos-mas-comunes-en-cintas-transportadoras/>
- <http://www.rulmecca.com/en/>
- <http://forums.autodesk.com/t5/AutoCAD-Francais/bd-p/127>
- <http://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BN0222>
- <https://www.boe.es/doue/2006/157/L00024-00086.pdf>

1.6.3 PROGRAMAS UTILIZADOS

Los programas utilizados son los siguientes.

- Autodesk Inventor 2010/2014.
- CYPE 2011
- Autodesk AutoCAD 2010/2014.
- Lantek

1.6.3.1 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk. Compite con otros programas de diseño asistido por computadora como SolidWorks, Pro/ENGINEER, CATIA y SolidEdge, aunque el rival directo es SolidWorks. Entró en el mercado en 1999, muchos años después que los antes mencionados y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de diseño mecánico en dos dimensiones hacia la competencia, permitiendo que los computadoras personales ordinarias puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos.



Figura 1.7. Icono Inventor 2010 pro

Autodesk Inventor se basa en técnicas de modelado paramétrico. Los usuarios comienzan diseñando piezas que se pueden combinar en ensamblajes. Corrigiendo piezas y ensamblajes pueden obtenerse diversas variantes. Como modelador paramétrico, no debe ser confundido con los programas tradicionales de CAD. Inventor se utiliza en diseño de ingeniería para producir y perfeccionar productos nuevos, mientras que en programas como AutoCAD se conducen solo las dimensiones.

Los bloques de construcción cruciales de Inventor son las piezas. Se crean definiendo las características, que a su vez se basan en bocetos (dibujos en 2D). Por ejemplo, para hacer un cubo simple, un usuario primero haría un boceto con forma de cuadrado y después utilizaría la herramienta extrusión para levantar el cuadrado y darle volumen, convirtiéndolo en el cubo. Si un usuario desea entonces agregar un eje que salga del cubo, podría agregar un boceto en la cara deseada, dibujar un círculo y después extruirlo para crear un eje. También pueden utilizarse los planos de trabajo para producir los bocetos que se pueden compensar de los planos útiles de la partición. La ventaja de este diseño es que todos los bocetos y las características se pueden corregir más adelante, sin tener que hacer de nuevo la partición entera. Este sistema de modelado es mucho más intuitivo que en ambientes antiguos de modelado, en los que para cambiar dimensiones básicas era necesario generalmente suprimir el archivo entero y comenzar de cero.

Como parte final del proceso, las partes se conectan para hacer ensamblajes. Los ensamblajes pueden consistir en piezas u otros ensamblajes. Las piezas son ensambladas agregando restricciones entre las superficies, bordes, planos, puntos y ejes. Por ejemplo, si uno coloca un piñón sobre un eje, una restricción insertada podría agregarse al eje y el piñón haciendo que el centro del eje sea el centro del piñón.

La distancia entre la superficie del piñón y del extremo del eje se puede también especificar con la restricción insertada. Otras restricciones incluyen Coincidencia, Nivelación, inserción (insertar), ángulo (ángulo), tangente (tangente), transicional, movimiento, sistema de coordenadas de usuario.

Este método de modelado permite la creación de ensamblajes muy grandes y complejos, especialmente porque los sistemas de piezas pueden ser puestos juntos antes de que se ensamblen en el ensamblaje principal; algunos proyectos pueden tener muchos sub-ensamblajes parciales.

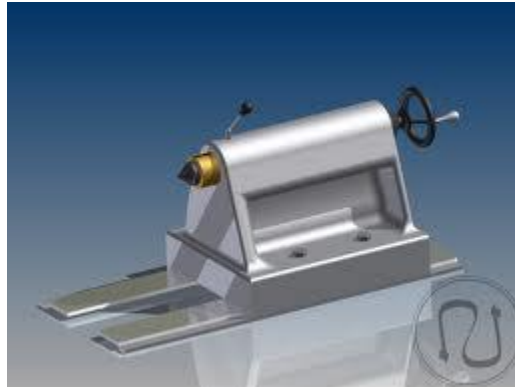


Figura 1.8: Pieza realizada mediante varios ensamblajes.

Inventor utiliza formatos específicos de archivo para las piezas (.IPT), ensamblajes (.IAM), vista del dibujo (.IDW y .DWG) y presentaciones (IPN), pero el formato del archivo de AutoCAD .DWG puede ser importado/exportado como boceto.

1.6.3.2 CYPE

Cype es un software que contiene un elevado número de aplicaciones adjuntas al programa, que cubren las funciones típicas del diseño de edificios y obra civil, tales como generadores de precios, de presupuestos (programa Arquímedes), programas de ayuda para el cumplimiento de la normativa, cálculo de instalaciones, calculo estructural (METAL 3D que será el programa que utilizaremos), etc. Pero la función principal del programa CYPECAD es el cálculo de estructuras de hormigón armado mediante método matricial.

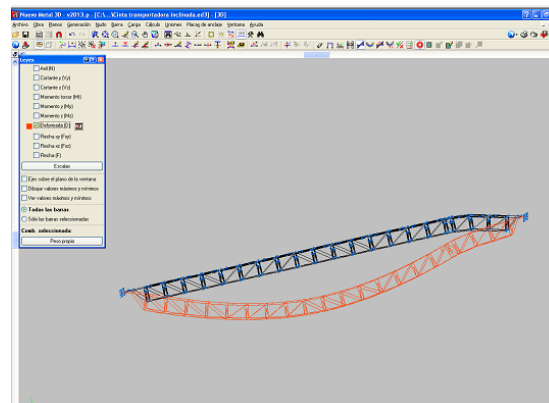


Figura 1.9: Logotipo CYPE.

El programa es capaz de proponer una tabla de armado para las piezas que puede ser editado por el calculista, así como de exportar a planos los resultados. También es capaz de importar estructuras en formato DWG o DXF.

El programa está especialmente adaptado para las estructuras de nudos y barras, que conforman las estructuras típicas en edificación, siendo más adecuados para estructuras singulares o de obra civil tales como puentes, los programas de cálculo por elementos finitos, como el programa ANSYS o el RFEM

Cype como empresa se inicia en 1983 debido a la intensa actividad en el terreno de la ingeniería y el cálculo de estructuras, lo que motiva el desarrollo informático de aplicaciones para cubrir las necesidades propias y las de sus clientes. El éxito de estos programas encamina a la firma a concentrar su actividad en el desarrollo, la comercialización y la distribución de software técnico.

Como resultado de este trabajo, CYPE Ingenieros ocupa hoy en día una posición de liderazgo dentro del sector ofreciendo una variedad de programas que aún dan potencia de cálculo, fiabilidad, sencillez y rapidez.



Figura 1.10: Logotipo CYPE.

1.6.3.3 Autodesk AutoCAD

AutoCAD es un programa para diseñar, *CAD (Computer Aid Design)*, en el que se puede realizar todo tipo de diseños técnicos, muy útil para ingenieros, arquitectos... pudiendo crear diseños de todo tipo en 2D y 3D, planos, objetos, cortes de objetos, etc;

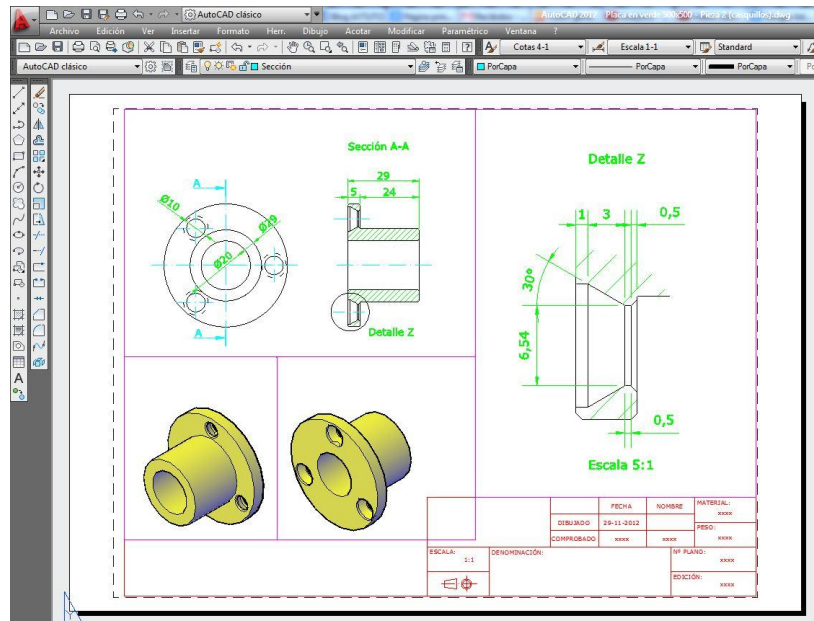


Figura 1.11: Ejemplo de diseño 2D y 3D con AutoCAD.

Al igual que otros programas de Diseño Asistido por Ordenador (DAO), AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Las versiones modernas del programa permiten la introducción de éstas mediante una interfaz gráfica de usuario o en inglés GUI, que automatiza el proceso.

Como todos los programas DAO, procesa imágenes de tipo vectorial, aunque admite incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, donde se dibujan figuras básicas o primitivas (líneas, arcos, rectángulos, textos, etc.), y mediante herramientas de edición se crean gráficos más complejos. El programa permite organizar los objetos por medio de capas, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. El dibujo de objetos seriados se gestiona mediante el uso de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.

Parte del programa AutoCAD está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas tramadas. AutoCAD, a partir de la versión 11, utiliza el concepto de espacio modelo y espacio papel para separar las fases de diseño y dibujo en 2D y 3D, de las específicas para obtener planos trazados en papel a su correspondiente escala. La extensión del archivo de AutoCAD es .dwg, aunque permite exportar en otros formatos (el más conocido es el .dxf). Maneja también los formatos IGES y STEP para manejar compatibilidad con otros softwares de dibujo.

El formato .dxf permite compartir dibujos con otras plataformas de dibujo CAD, reservándose AutoCAD el formato .dwg para sí mismo.

El formato .dxf puede editarse con un procesador de texto básico, por lo que se puede decir que es abierto n cambio, el .dwg sólo podía ser editado con AutoCAD, si bien desde hace poco tiempo se ha liberado este formato (DWG), con lo que muchos programas CAD distintos del AutoCAD lo incorporan, y permiten abrir y guardar en esta extensión, con lo cual lo del DXF ha quedado relegado a necesidades específicas.



Figura 1.12: Logotipo AutoCAD 2014.

1.6.3.4 Lantek

Lantek es un software informático para controlar máquinas de corte, que utilizaremos para obtener algunas de las partes de nuestra cinta transportadora. Lantek nace como empresa de Tecnologías de la Información, especializada en el desarrollo de soluciones software propias, teniendo como máxima principal el servicio integral a las necesidades del cliente.



Figura 1.13: Máquina de corte.

Lantek se fundó en el año 1986 y su sede central está situada en el Parque Tecnológico de Álava, a 9 kilómetros de Vitoria-Gasteiz (España). A partir de este momento no ha dejado de expandirse por todo el mundo hasta convertirse, por un lado, en el proveedor líder mundial de soluciones CAD/CAM para máquinas de oxicorte, plasma, láser, chorro de agua y punzonado y por otro lado, pionero en el desarrollo de Soluciones de Gestión (MES/ERP) para el sector de corte y punzonado de chapa.

Ambas soluciones se encuentran totalmente integradas y trabajan sobre la misma base de datos.



Figura 1.14: Logotipo Lantek

1.6.4 OTRAS REFERENCIAS

1.6.4.1 Partes de nuestra cinta transportadora

1.6.4.1.1 Generalidades y funciones

Las cintas transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es transportar, elevar o distribuir materiales hacia otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que las manipule directamente de forma continuada. Las cintas transportadoras sirven para el transporte horizontal o inclinado de objetos sólidos o material a granel cuyas dos ventajas principales son los siguientes.

- Gran velocidad.
- Grandes distancias.

Su función más importante, a nivel de transporte, es hacerlo de forma continua, tanto de materiales homogéneos como mezclados, a distancias que pueden oscilar entre algunos metros y decenas de kilómetros. Uno de los componentes principales de los transportadores es la banda de goma, que ejerce una doble función.

- Contener el material transportado.
- Transmitir la fuerza para transportar la carga.

Los ramales, superior y de retorno de la banda, descansan sobre una serie de rodillos soportados por estructuras metálicas. En los dos extremos del transportador, la banda se enrolla en tambores, uno de los cuales, acoplado a un órgano motor, transmite el movimiento.

La siguiente figura muestra un esquema general de una cinta transportadora. En él se pueden ver los distintos elementos que la componen.

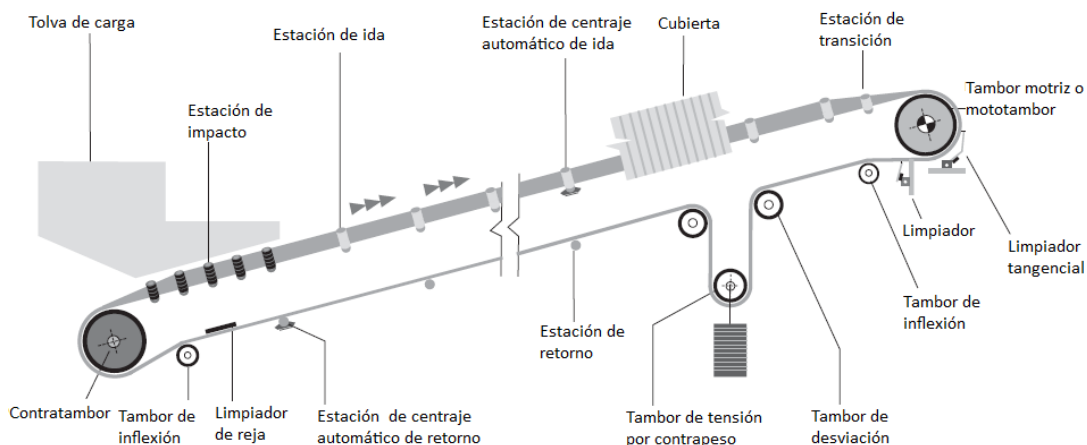


Figura 1.15: Partes de una cinta transportadora.

1.6.4.1.2. La banda

a- Clasificación y tipos

La banda es uno de los elementos más importantes de toda la instalación y se le puede considerar como el elemento principal, pues tiene que ser capaz de cumplir las siguientes funciones.

- Absorber las tensiones desarrolladas en el arranque.
- Transportar la carga.
- Absorber la energía de impacto en el punto de carga.
- Resistir a los efectos de temperatura y agentes químicos (calor, aceite y la grasa que contiene los materiales, acidez, etc).
- Cumplir con los requisitos de seguridad como la resistente al fuego.

También en el aspecto económico es, en general el componente de mayor precio, tal como se indica en la *Tabla 1.1*.

B (mm)	L (m)	Coste de la Banda (% del total)
650	30	13
650	79	18
800	300	23
800	380	33
1000	100	16
1000	124	18

Tabla 1.1: Coste de la banda.

a- 1. *Tipos principales de bandas*

Las bandas se pueden clasificar atendiendo a diferentes aspectos:

- Según el tipo de tejido.
 - De algodón.
 - De tejidos sintéticos (*Figura 1.16*).
 - De cables de acero (*Figura 1.16*).
- Según la disposición del tejido.
 - De varias telas o capas (*Figura 1.16*).
 - De tejido sólido (*Figura 1.18*).

- Según el aspecto de la superficie portante de la carga.
 - Lisas (*Figura 1.16*).
 - Rugosas (*Figura 1.19*).
 - Con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados (*Figura 1.20*).

Las bandas lisas son para instalaciones horizontales y con un pequeño ángulo de inclinación. Las calidades de sus recubrimientos y su carcasa exterior, pueden combinarse adecuadamente según las exigencias de funcionamiento. La fabricación estándar abarca anchos desde 400 a 1600 mm. Para utilizaciones específicas se pueden fabricar hasta un ancho de 2200 mm con bandas reforzadas (*Figura 1.17*).

Las bandas rugosas sirven para incrementar el coeficiente de adherencia de los materiales transportados, pudiendo funcionar tanto en plano horizontal como inclinado. Este tipo de superficie se suele utilizar en el transporte típico de aeropuertos, sacos de correo, fardos, etc (*Figura 1.19*). Su recubrimiento puede realizarse, según las necesidades, con cualquiera de las calidades descritas en la (*Figura 1.20*), confeccionándose con 1200 mm de ancho máximo. Existen multitud de tipos de grabados de rugosidad.

Las bandas nervadas son usadas para instalaciones con elevado ángulo de inclinación, las cuales evitan el retroceso o caída del producto transportado, incrementándose la capacidad de carga de la banda. En función de las características del material transportado y el ángulo de inclinación del transportador, se determina el tipo y altura del perfil más adecuado, consiguiéndose perfiles de hasta 70° de inclinación. Se fabrican en anchos de 400, 500, 600, 650, 800, 1000 y 1200 mm. (Ésta última se puede fabricar con los nervios a 1000 o 1200 mm).



Figura 1.16: Bandas con tejido sintético (EP) y bandas con cable de acero (ST).

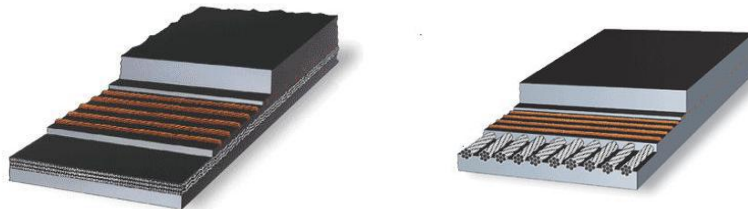


Figura 1.17: Bandas con tejido sintético (EP) y bandas con cable de acero (ST) reforzado.

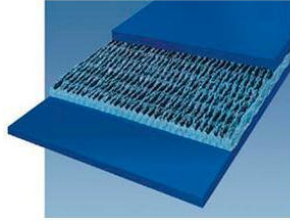


Figura 1.18: Bandas con tejido solido (*Solid Woven*).

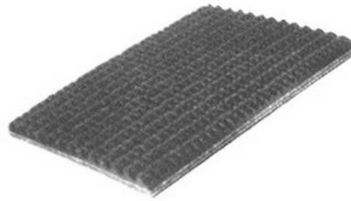


Figura 1.19: Bandas con perfil rugoso.

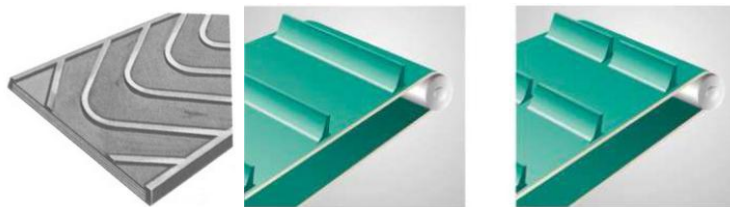


Figura 1.20: Bandas con perfil de borde o tacos.

b- Constitución de la banda

b-1-Carcasa y recubrimientos

La banda, al cumplir la función de transportar, está sometida a la acción de las fuerzas longitudinales que producen alargamientos y el peso del material entre las ternas de rodillos portantes, que producen flexiones locales, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal, y ello a consecuencia de la adaptación de la banda a la terna de rodillos.

Además de los impactos del material sobre la cara superior de la banda, que producen erosiones sobre la misma. Para soportar adecuadamente estas influencias, la banda está formada por dos componentes básicos (*Figura 21*).

- *El tejido o carcasa*, que transmite los esfuerzos.
- *Los recubrimientos*, que soportan los impactos y erosiones.

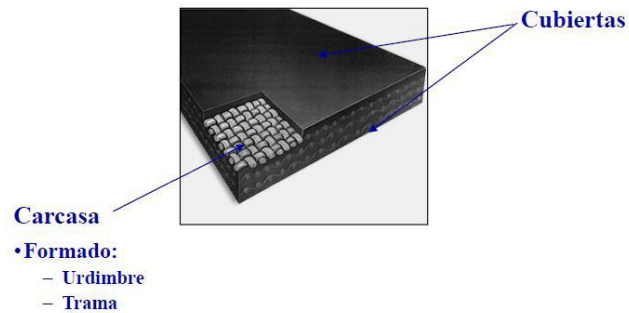


Figura 1.21: Partes de una banda.

La carcasa está constituida por la urdimbre o hilos longitudinales y por la trama o hilos transversales. La urdimbre, que soporta los esfuerzos de tracción longitudinales, es en general bastante más resistente que la trama, la cual solo soporta esfuerzos transversales secundarios, derivados de la adaptación a la forma de artesa y de los producidos por los impactos. La rigidez transversal de la trama, no debe ser excesiva, con el fin de que la banda pueda adaptarse bien a la artesa formada por la terna de rodillos.

El número mínimo de telas de la carcasa, para bandas utilizadas en el transporte de materiales a granel es de 3, en algunos fabricantes 2. El tejido de las telas de la carcasa está embebido en goma virgen, y a su vez el conjunto de las telas se unen entre sí con la misma goma virgen.

Los recubrimientos o partes externas están formados por elastómeros (caucho natural), PVC u otros materiales. El recubrimiento superior es el que soporta el material el inferior es el que está en contacto con los rodillos, por ello, el recubrimiento superior tendrá mayor espesor que el inferior.

b-2- Tejidos

Los tejidos empleados en la actualidad para el diseño de una banda, son los mostrados en la *Tabla 1.2*

Nombre Común	Designación
Algodón	B
Rayón	Z
Poliéster	E
Poliamida	P
Cable de Acero	St

Tabla 1.2: Tipos de tejidos.

Los tejidos naturales como el algodón se emplean muy poco en la actualidad al haber sido sustituido por el tejido sintético como es el rayón, poliéster y la poliamida además de por el cable de acero. De los tejidos sintéticos los más empleados son el poliéster (E) para la urdimbre y la poliamida (P) para la trama, dando origen a un tejido llamado EP. Respecto al poliéster se puede decir que es una fibra química conocida comercialmente como *TREVIRA* y *TERYLENE*. En cuanto a la poliamida también es una fibra sintética conocida como *NYLON* y *PERLON*.

La necesidad de conseguir que las bandas sean capaces de soportar mayores tensiones, ha llevado a desarrollar la fabricación de bandas con cable de acero. En estas, la urdimbre está formada por cables de acero cuyos hilos están completamente galvanizados y embebidos en la goma para garantizar la marcha recta de la banda. Las diferentes resistencias de las bandas se logra utilizando cables de distintos diámetros y a su vez el espaciado entre cables también varía. La rigidez transversal se logra en general por la propia goma, que al ser más flexible que el tejido empleado en la trama de las bandas EP, le confiere mayor ángulo de artesa.

Por último se habla de la banda de tejido sólido. *Solidwoven*. Su característica más destacada es que el recubrimiento es parte integral de la banda, dándole mayor resistencia al fuego e impidiendo la penetración del agua. Además, su no separación de la carcasa le confiere una propiedad inherente de tejido sólido. Las fibras sintéticas de la urdimbre proporcionan la resistencia a tracción y las fibras exteriores se encargan de amortiguar los impactos. Son muy resistentes al desgaste de los bordes de la banda, impidiendo la separación de sus fibras.

El espesor de los recubrimientos de la carcasa se define en función del tipo de aplicación de la banda y de la anchura de ésta, además de otras características como el tipo de material y grado de abrasión.

Como se ha dicho en el párrafo anterior, la goma o caucho es el elemento básico de los recubrimientos. Tomando en consideración las propiedades mecánicas de resistencia, alargamiento y abrasión, se han establecido las categorías W, X, Y, Z en la *Tabla 1.3*.

Calidad de los Recubrimientos	W	X	Y	Z
Resistencia a la tracción Longitudinal [N/mm ²]	18	25	20	15
Alargamiento de rotura longitudinal [%]	400	450	400	350
Abrasión [mm ³]	90	120	150	250

Tabla 1.3: Calidad de los recubrimientos. Norma DIN 22102.

La cubierta protege a la carcasa de la abrasión y cualquier otra condición local que contribuya al deterioro de la banda. En algunos casos muy concretos, estas condiciones pueden ser moderadas de tal forma que no se requiere protección ni cobertura para la banda. En otros casos, la abrasión y el corte pueden ser tan severos que se requiera una cubierta superior más gruesa de lo normal. De cualquier modo, el propósito de la selección de la cubierta es suministrar suficiente protección a la carcasa con el fin de que llegue al límite de su vida útil.

b-3- Bandas especiales

Hasta ahora, todo lo que se ha hablado de recubrimientos ha sido referido a superficies lisas, adecuadas para el transporte de sólidos a granel pero con una inclinación limitada, siendo ésta del orden de 18° a 25°. Para poder alcanzar mayores inclinaciones de transporte el revestimiento exterior no puede ser liso, y para ello, existen los siguientes métodos a aplicar a la superficie de revestimiento.

1. Dotar de pequeña rugosidad al mismo, en forma de espina de pescado, botones puntas de diamante, etc. Se emplean con la banda plana, para el transporte de objetos aislados, tales como cajas de madera o cartón, piezas de botellas. Pueden lograrse inclinaciones de 25° a 40°, dependiendo del material a transportar.
2. Vulcanizar sobre el revestimiento liso exterior, bordes o marcas de un altura de 10 a 20 mm, adaptando a estos nervios una forma de V, muy empleados en cintas de obras y agricultura, consiguiendo una inclinación de 30°.
3. Vulcanizado sobre el revestimiento exterior de perfiles diversos, de altura media y grande. A este tipo de banda corresponde los bordes corrugados, las cuales se emplean con mayor frecuencia. Las capacidades que pueden transportar cubren toda la gama, desde pequeñas hasta grandes, con la ventaja de que pueden alcanzar inclinaciones de 90°, convirtiéndose en transporte totalmente vertical, compitiendo con los elevadores de cangilones, tanto en altura como en capacidad.

b-4- Dimensiones y pesos de las bandas

El ancho de banda ha sido normalizado por la norma DIN y por la norma ISO, en medidas métricas cuyos valores vienen definidos en la *Tabla 1.4*.

300	400	500	650	800	1000
1200	1400	1600	1800	2000	2200

Tabla 1.4: Anchos de banda normalizados.

El espesor de la banda es otra dimensión importante, al depender del mismo el diámetro de los tambores. Realmente es solo el espesor de las telas el que influye en el cálculo del diámetro de los tambores, pues el espesor de los recubrimientos de goma apenas influye en la rigidez. El espesor total de la banda será la suma del espesor de cada una de las telas más el espesor de cada recubrimiento. Lo mismo ocurre con el peso de la banda, será el correspondiente a la suma de la carcasa más la suma del peso de los recubrimientos.

b-5- Uniones de las bandas

Las uniones de las bandas pueden ser vulcanizadas o grapadas. Para bandas cortas del orden de 20-30 metros se suministran cerradas, es decir en sin-fin, efectuándose por tanto la vulcanización en fábrica, por el contrario, en bandas largas la unión se hace normalmente vulcanizando en obra o mediante grapas metálicas, este es el caso de las bandas del interior de mina, que por falta de espacio es imposible vulcanizarlas (*ver Figura 1.22*). Las condiciones que debe cumplir una unión mediante grapas son.

- Garantizar igual resistencia en el empalme que en la propia banda.
- Facilitar la adaptación de los tambores.
- Posibilitar la adaptación en los dos sentidos.
- Poseer flexibilidad transversal.
- No deteriorar las telas de las bandas.

Los inconvenientes, se detallan a continuación.

- Posibilidad de penetración de la humedad y el polvo en la carcasa, con posibilidad de ataque de productos químicos al quedar las telas al descubierto.
- No poder emplearse en cintas para el transporte de personal, por el riesgo de producir heridas en las personas.

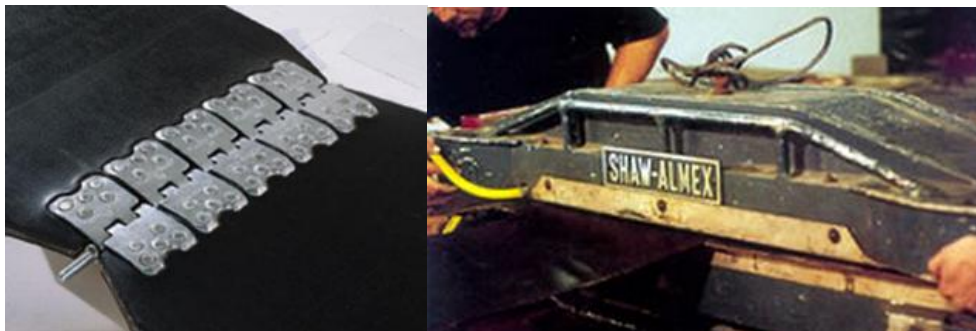


Figura 1.22: Unión por grapas y unión vulcanizada.

b-6- Longitud de transición

El paso de la banda desde la forma de artesa a la forma plana en los tambores es llamada longitud de transición. A consecuencia de ella, los bordes de la banda sufren un alargamiento adicional que afecta a las partes centrales de la misma. En las zonas de transición correspondiente al tambor motriz, al ser las tensiones grandes, las tensiones en los bordes pueden exceder las toleradas, produciendo un alargamiento permanente que puede afectar al buen funcionamiento de la banda, así como a la aparición de grietas que den origen a roturas.

Por el contrario, en la zona de transición del tambor de reenvío, al ser las tensiones más pequeñas, no se presenta el problema de alargamiento excesivo, pero la diferencia de tensiones puede originar bucles en el centro de la banda. Es por ello necesario el cálculo de las distancias a las que se debe ajustar los rodillos principales respecto al tambor motriz para evitar problemas.

1.6.4.1.3. Rodillos y soportes

a- Generalidades

Los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende en gran medida el buen funcionamiento de la misma. Si el giro de los mismos no es bueno, además de aumentar la fricción y por tanto el consumo de energía, también se producen desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de la misma.

Si los rodillos se inmovilizan, al rozar la banda contra ellos se produce planos en la superficie cilíndrica que con el tiempo puede producir la rotura de los mismos. Uno de los componentes más importante de los rodillos y que más influye son los rodamientos. En Europa, los más empleados son los rodamientos de bolas, de una hilera, mientras que en U.S.A. se emplean los rodamientos cónicos.

El otro componente que en orden de importancia influye en la vida del rodillos, es el sistema de juntas de estanqueidad, pues de la eficacia de esta depende la mayor o menor contaminación de la grasa lubricante. En cuanto a los tipos de rodillos, se puede decir que hay tres tipos fundamentales.

- *Rodillos cilíndricos con la superficie exterior lisa*, tal como la obtenida mediante el empleo de tubos de acero.
- *Rodillos cilíndricos recubiertos de goma*, adecuados para soportar impactos pequeños.
- *Rodillos cilíndricos de aros de goma*, si se montan en los rodillos portantes pueden soportar grandes impactos, usados en la zona de carga. Si se montan en la zona de retorno, deben ser adecuados para facilitar la limpieza de la banda.

b- Constitución de los rodillos

Aun teniendo en cuenta su simplicidad, las formas constructivas de los rodillos son muy variadas en los que se refiere a los sistemas de estanqueidad que se han ideado para impedir la penetración de la suciedad en los rodamientos. Su evolución ha sido continua desde el primer diseño de los mismos en el siglo XIX hasta ahora.

Sus componentes principales se detallan a continuación (*ver Figura 1.23*).

- *Rodamientos*: Como ya se ha señalado en el párrafo anterior, en Europa se emplean los rodamientos de bolas y en U.S.A. los rodamientos cónicos. Se sabe que los rodamientos de bolas tiene una capacidad de carga, tomando como base el diámetro interior, lo suficiente para soportar cargas, velocidades y tiempos de duración exigidos por los usuarios de los rodillos, siendo además poco sensibles a la falta de alineación entre los mismos. Su coeficiente de fricción es reducido. Por el contrario, los de rodamientos cónicos tienen una capacidad de carga muy amplia, pero tienen el inconveniente de ser más sensibles a la falta de alineamiento.

- *El sistema de estanqueidad:* Está constituido por el conjunto de juntas, ya sean laberíntica o de fricción. De su eficacia depende la vida de los rodamientos, y por tanto, del rodillo. Existen multitud de dispositivos constructivos siendo difícil evaluar la eficacia relativa de los mismos.
- *El Eje:* Es un componente sencillo, siendo la precisión y coaxialidad de las zonas de asiento de los rodamientos, las dos condiciones exigidas al mismo. Suelen fabricarse de aceros finos al carbono.
- *El cuerpo del rodillo:* Está formado por el tubo cilíndrico y por los extremos o cubos del mismo. Hasta no hace mucho tiempo se construían de una sola pieza en fundición gris. Se empleaban en minería subterránea y eran muy pesados. Posteriormente, se fabricaron de acero y los cubos de fundición gris. Hoy en día, se fabrican más ligeros siendo la parte cilíndrica también de tubo de acero, pero los cubos son de acero suave embutido, soldados al tubo.

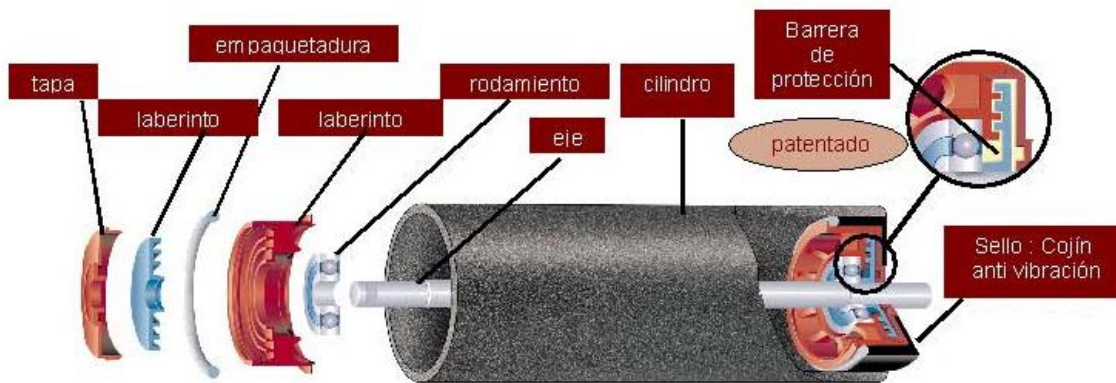


Figura 1.23: Partes detalladas de un rodillo.

Las dimensiones de los rodillos, según la norma DIN 15207 y 22107, se recogen en la *Tabla 1.5*.

Diámetro de los rodillos [mm]								
Rodillos portantes	51	63.5	88.9	108	133	159	193.7	219
Rodillos de impacto				156	180	215	250	290

Tabla 1.5: Diámetros de los rodillos.

c- Funciones de los rodillos

Las funciones a cumplir son principalmente tres.

1. Soportar la banda y el material a transportar por la misma en el ramal superior, y soportar la banda en el ramal inferior. Los rodillos del ramal superior situados en la zona de carga, deben soportar además el impacto producido por la caída del material.
2. Contribuir al centrado de la banda, por razones diversas la banda está sometida a diferentes fuerzas que tienden a descentrarla de su posición recta ideal. El centrado de la misma se logra, en parte, mediante la adecuada disposición de los rodillos, tanto portantes como de retorno.
3. Ayudar a la limpieza de la banda, aunque la banda es limpiada por los rascadores, cuando el material es pegajoso pueden quedar adheridos restos del mismo, que al entrar en contacto con los rodillos inferiores puede originar el desvíos de la misma. Para facilitar el desprendimiento de este material se emplean rodillos con discos de goma (rodillos autolimpiadores).

c.1- Disposición espacial de los rodillos

Para que los rodillos cumplan las funciones anteriores, deben adoptar diversas disposiciones espaciales, como se observa en las *Figura 1.24* y *Figura 1.25*. Disposición rígida en el ramal superior.

- *Un solo rodillo.*
- *Dos rodillos situados en V.*
- *Tres rodillos situados en forma de artesa.*
- *En Guirnalda (ver Figura 1.25).* La disposición en guirlanda consta de tres o cinco rodillos enlazados mediante articulaciones en los extremos de los ejes, formando una guirnalda. La posición de equilibrio que adoptan los rodillos es una poligonal y la sección de transporte es aproximadamente constante. Dentro de este tipo existen variantes con articulaciones en los ejes, las cuales se deslizan en el interior del cuerpo del rodillo. Con ello se logra una artesa de sección variable en función de la carga.
- *En Catenaria.* Esta disposición consta de varios rodillos de corta longitud, enlazados mediante un eje flexible (cable de acero), cuya posición de equilibrio es aproximadamente el de una catenaria.

En estas disposiciones, los rodillos están situados de forma fija o rígida mediante un soporte metálico llamado puente o soporte. La sección de transporte es constante. El conjunto de rodillos y soportes forma la estación portante (*ver Figura 1.24*).

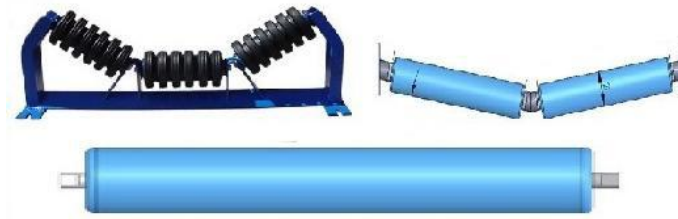


Figura 1.24: Disposiciones rígidas de los rodillos.

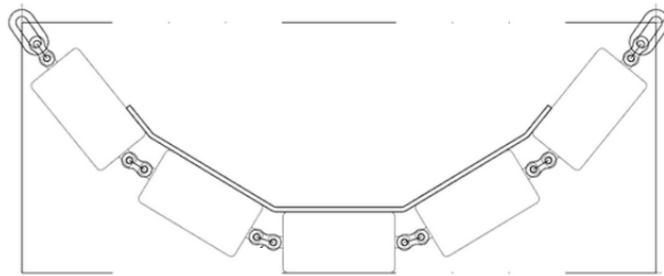


Figura 1.25: Disposición en guirnalda de los rodillos.

Disposición rígida en el ramal inferior.

- Un solo rodillos liso, engomado o con discos de goma.
- Dos rodillos lisos colocados en forma de V, lisos engomados y con discos de goma. El conjunto es llamado estación de retorno.

En cada una de las configuraciones constructivas anteriores existen diferentes variaciones que les confieren otras propiedades y que definen por completo la función del rodillo. Estas variaciones son las siguientes.

- *Angulo de artesa*, ángulo formado en el plano vertical por los rodillos portantes laterales en relación al central, y que definen la capacidad de transporte; estos ángulos son normalmente de 20°, 30°, 35° y 45°.
- *Convergencia*, es la disposición en planta de los rodillos, que influye en el centrado de la banda, y que consiste en adelantar los frentes exteriores de los rodillos laterales respecto del central, con lo cual se logra la inclinación de los ejes de los mismo, a esto se le llama convergencia o "pinzaje".
- *Relación entre las longitudes de los rodillos laterales y la del rodillo central*. Según la norma DIN antes citadas, dicha relación es 1:1, esto es los tres rodillos de la terna son iguales, pero en U.S.A. y en Inglaterra esta relación no se cumple.

c.2- Estaciones autocentradoras

En algunos casos, no es suficiente la acción centradora sobre la banda llevada a cabo por las disposiciones constructivas que se acaba de reseñar, por lo cual es necesario el empleo de una disposición espacial que da origen a las llamadas estaciones “autocentradoras” (ver Figura 1.26).

Estas estaciones pueden montarse en el ramal superior, en el inferior o en ambos. Su constitución, cuando se monta en el ramal superior es básicamente en una terna de rodillos normales, a la cual se la ha dotado de un eje de giro vertical y de dos pequeños rodillos con su eje casi vertical, situado en las proximidades de los extremos más alejados de los rodillos laterales.

En las estaciones autocentradoras de retorno, se sustituye la terna de rodillos por un solo rodillo liso, manteniéndose todo lo demás.

En las cintas reversibles no deben montarse estos dos tipos de estaciones porque su acción sería favorable cuando funcionasen en un sentido, pero en el otro sería desfavorable. Por esta razón, el centrado en estas cintas solo puede efectuarse colocando las estaciones con los rodillos adelantados con “pinzaje”, la mitad orientada hacia un sentido y la otra mitad orientada en el otro.



Figura 1.26: Estación autocentradora. Ramal superior.

1.6.4.1.4 Tambores

a- Generalidades

Se comienza el estudio de los tambores, indicándose sus componentes principales.

- *Envolverte cilíndrica y discos laterales*, formando un solo cuerpo.
- *Eje*.
- *Elementos de Unión*.
- *Recubrimientos*.

Aunque estos componentes son sencillos, su forma constructiva y materiales han ido evolucionando en el transcurso del tiempo. Desde el punto de vista de las funciones a desempeñar se clasifican los tambores en dos grandes grupos: Los motrices, encargados de transmitir las fuerzas tangenciales a la banda, y los no motrices, los cuales realizan un cambio de trayectoria de la banda.

b- Formas constructivas y dimensiones generales

Los primeros tambores se construían con el eje de acero pero con la envolvente y los discos de madera. Posteriormente, se construyeron con la envolvente de acero suave y los discos de fundición gris, y en la actualidad se hacen en construcción electrosoldada, siendo el material de la envolvente acero suave, y los discos, ya sea de acero suave también o de acero moldeado.

Otros menos usados, son los tambores de jaula de ardilla, empleados cuando la cinta transporta materiales pegajosos. Las dimensiones principales (diámetro y longitud), están normalizadas. Los diámetros según DIN 22101 y las longitudes según ISO 1536. En la *Tabla 1.6* y en la *Tabla 1.7*, se detallan tanto los diámetros como las longitudes.

Diámetro de los tambores [mm]										
190	250	320	400	500	630	800	1000	1250	1400	1600

Tabla 1.6: Diámetros de tambores DIN 22101.

Ancho de banda [mm]	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2200
Ancho de tambor [mm]	500	600	750	950	1150	1400	1600	1800	2000	2200

Tabla 1.7: Longitud de los tambores.

La determinación de los diámetros depende del tipo de banda empleada y del espesor de las telas o el diámetro del cable de acero, según el caso, a su vez estos espesores o diámetros dependen de la tensión máxima en la banda. Conocido el tipo de banda también se sabe el espesor de la carcasa y con ello el diámetro del tambor motriz, que es el básico, de acuerdo con la norma DIN 22101, multiplicando dicho espesor en *mm* por el factor 108 para bandas EP o 145 para las bandas ST, redondeando a valores normalizados de la *Tabla 3.6*. Para los diámetros de los demás tambores, al estar sometidos en general a menores tensiones, no será necesario que tengan los mismos diámetros que el motriz. La norma DIN 22101 clasifica los tambores en 3 grupos, dependiendo de la magnitud de la tensión a las que están sometidos.

- *Grupo A:* Motrices, están sometidas a tensiones del 60% al 100%.
- *Grupo B:* Tambores no motrices, sometidas a menores tensiones que las anteriores.
- *Grupo C:* Tambores no motrices, sometidas a menores tensiones pero con un ángulo de enrollamiento menor de 90°.

c - Tipos de tambores y funciones que realizan

Según la función que realizan los tambores se clasifican en dos grandes grupos (*ver Figuras 12 y 13*): Los motrices, encargado de transmitir las fuerzas tangenciales producidas por el grupo moto-reductor a la banda, y los no motrices, que realizan la función de cambio de trayectoria de la banda y a su vez pueden subdividirse en otros tipos dependiendo de la posición

de los mismos sobre la banda, como se muestra en la *Figura 14*. De acuerdo con lo expuesto, se diferencian los tambores.

- *De reenvío*, situado en la cola de la cinta.
- *Tensores*, situados en cabeza o cola de la cinta dependiendo de dónde esté situado el sistema de tensado.
- *De desvío*, situado generalmente en la estación tensora de cabeza.
- *De inflexión o presión*, encargados de aumentar el ángulo de arrollamiento entre tambor y banda, así como el valor del factor de transmisión.
- *De descarga*. Los situados en los *trippers*.

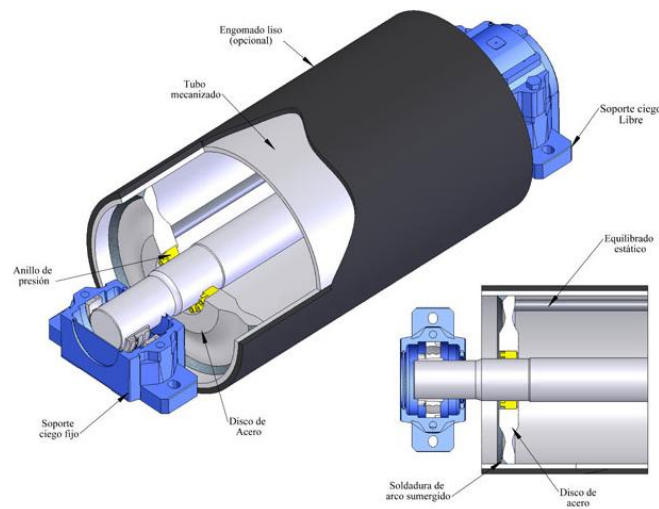


Figura 1.27: Tambores de cola/reenvío

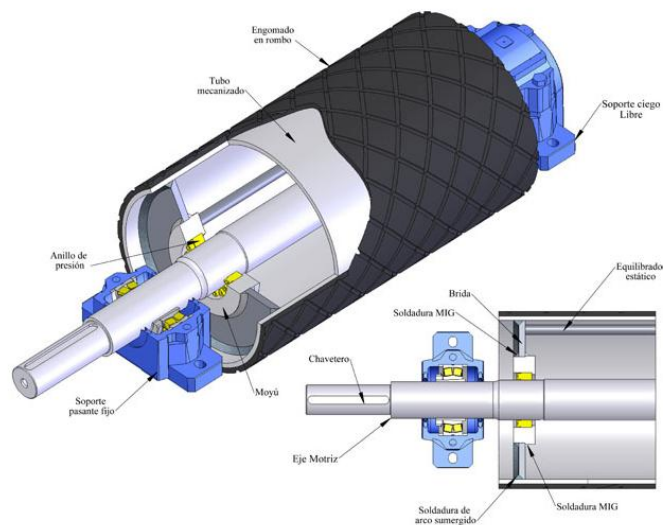


Figura 1.28: Tambor motriz [18].

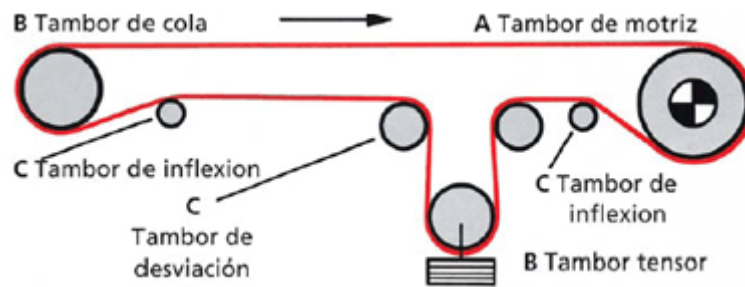


Figura 1.29: Tipos de tambores de una cinta transportadora [1].

d- Recubrimiento de los tambores

El recubrimiento de los tambores no se efectúa en todos ellos, si no en los que se indican a continuación, y por las siguientes razones.

1. En tambores motrices para aumentar el coeficiente de fricción entre tambor y banda, y por consiguiente aumentar el coeficiente de transmisión inferior.
2. En tambores de presión y desvío, los cuales están en contacto con la cara sucia de la banda, para ayudar en la limpieza de la misma, así como para amortiguar el efecto negativo que puedan ejercer sobre la banda los pequeños trozos de material adheridos a ella.

Respecto a las características de la goma en los tambores motrices, el recubrimiento puede tener la superficie lisa con estrías helicoidales sencillas, o con estrías helicoidales dobles pero de sentido opuesto. El estriado influye en el valor del coeficiente de transmisión inferior, pues su misión consiste en recoger la suciedad fina que se forma en la artesa de la banda cuando se transporta materiales húmedos. Esta suciedad se desborda en el tambor motriz cuando la banda pasa de artesa a plana.

Para estos casos la experiencia dice que es más eficaz la cola de pescado que el estriado. Los espesores de la goma del recubrimiento dependen del diámetro del tambor, y varían desde 8 a 15 mm aproximadamente. La norma DIN 22101, indica otras características de la goma a emplear. La función de limpieza de los recubrimientos en los tambores no motrices, se usa cuando se transportan materiales que dejan suciedad en la banda, de forma que bajo el efecto de la presión de la banda sobre el tambor, la suciedad queda embebida sobre la misma, y al recuperar la goma del tambor su libertad, la suciedad es en parte expulsada.

e- Equilibrado

A consecuencia de las imperfecciones propias de la fabricación de la envolvente, existe el riesgo de que el conjunto del tambor, cuando esté totalmente mecanizado, quede desequilibrado. Por ello, es necesario proceder al equilibrado estático del mismo, lo que se logra de una forma sencilla y con suficiente aproximación, apoyando los extremos del eje en dos soportes metálicos con aristas mecanizadas, estando además las mismas niveladas.

En tambores grandes, con velocidades tangenciales elevadas, sería deseable un equilibrado dinámico, lo cual es difícil de efectuar por no existir equilibradoras dinámicas de gran tamaño, por ello basta solo con un buen equilibrado estático.

f- Mototambores

Una ingeniosa variante de los tambores motrices son los llamados mototambores, los cuales consisten en un tambor motriz convencional en cuyo interior se aloja un motor-reductor. Estos mototambores están normalizados, y su potencia está limitada hasta 22 KW aproximadamente. (ver Figura 1.30).



Figura 1.30: Tipos de tambores de una cinta transportadora.

1.6.4.1.5. Tensores de la banda

a- Funciones de los tensores

Sus funciones son.

1. Lograr el adecuado contacto entre banda y tambor motriz, para que se efectúe la transmisión de fuerza desde el tambor a la banda, impidiendo el patinaje. Para ello es necesario aplicar una fuerza de valor adecuado en el lado de salida de la banda.
2. Evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, motivados por falta de tensión en la banda. Esta insuficiencia de tensión origina las siguientes consecuencias:
 - a) Que la flecha entre dos ternas de rodillos portantes sea excesiva, produciéndose fugas de material entre la banda y faldón de guiado de las zonas de carga, cuando el material es fino y también desbordes en las proximidades de carga, cuando el material es grueso.
 - b) Contacto insuficiente entre banda y rodillos de la terna, sobre todo cuando el ángulo de artesa es grande.
 - c) Que el ramal inferior pueda rozar contra el suelo en las cintas de interior de mina, dada la irregularidad del mismo y la reducida altura de los bastidores de cinta.

3. Compensar las variaciones de longitud producidas en la banda. Estas variaciones son debidas a cambios de tensión en la banda, producidos ya sea por variaciones en el caudal de la cinta o durante el arranque y frenado.

b-Tipos de tensores

Con el objeto de tener una visión clara de las muchas posibilidades de tensado que existen, los tensores pueden clasificarse desde los siguientes aspectos.

- Por su forma constructiva
 - De lazo sencillo.
 - De lazo múltiple.
- Por la forma de aplicar la fuerza tensora
 - Automática.
 - Fija.
- Por el equipo mecánico que aplica la fuerza
 - Gravedad.
 - Husillo.
 - Cabrestante manual fijo.
 - Cabrestante eléctrico fijo.
 - Cabrestante eléctrico automático.
- Por la situación del equipo de tensado
 - En cabeza.
 - En cola.

No todas las posibles combinaciones entre los aspectos o formas anteriores se presentan en la práctica, los más utilizados son el tensor automático y fijo.

Los *tensores de lazo sencillo* son aquellos en los cuales la banda forma un solo lazo, normalmente la mayoría de los tensores son de este tipo, al no existir problemas de espacio para los mismos.

El *tensor automático de gravedad en cabeza*, es el más sencillo y eficaz para bandas de longitudes y capacidades medias, por aplicarse la tensión en forma directa en el punto más adecuado, esto es en las proximidades del tambor motriz. Es el tensor más empleado en cintas inclinadas, por haber suficiente altura entre el tambor motriz y el suelo para la instalación del mismo.

El *tensor automático de gravedad en cola*, se emplean principalmente en cintas de interior de mina, y es la versión más sencilla posible con un contrapeso. Consta simplemente de: Un carro con ruedas sobre el que se monta un tambor de reenvío guiado sobre unos carriles y un cajón para alojar el contrapeso requerido. En caso de ser la cinta horizontal el tensado se realiza mediante un contrapeso vertical. Para estos casos, la fuerza de tensado es constante y el recorrido variable.

El *tensor automático por cabestrante eléctrico*, es una mejora de los sistemas de tensado anteriores, pues solventan el problema del posible patinaje de la banda en el arranque, y la sobrecarga durante el régimen permanente. Además desde el punto de vista del alargamiento, y cuando se emplean bandas EP, el recorrido de tensado es grande, lo cual no es adecuado en citas de gran longitud. Estos sistemas se pueden montar tanto en cola como en cabeza. Su funcionamiento consiste en tensar o destensar el tambor por medio del cabestrante, dependiendo de la situación en la que se encuentre la banda. En caso de estar en reposo, el cabestrante se tensa a un valor suficiente para que la banda esté ligeramente tensada, y en el arranque, el cabestrante se tensa al valor correspondiente para este estado de funcionamiento. Cuando se termina el arranque, el cabestrante se destensa hasta la tensión que corresponde al régimen permanente de funcionamiento.

En el *tensor fijo de husillo*, la tensión entre tambor motriz y de reenvío es invariable durante el funcionamiento de la cinta. El régimen de tensiones en la cinta durante el arranque y el frenado, es distinto del que se produce en las cintas con tensor automático de gravedad, siendo el cálculo de las referidas tensiones complicado. Este tipo de tensado se lleva a cabo en cintas de poca longitud y pequeña capacidad.

El *tensor fijo de cabestrante* realiza las mismas funciones que el husillo, muy empleado en la minería subterránea del carbón de Inglaterra y España. Mediante este sistema es posible el control por igual de las tensiones en los dos cabestrantes mediante una ingeniosa disposición del mecanismo de tensado. También es posible intercalar dinamómetros para la medida de la tensión aplicada.

Los *tensores de lazo múltiple*, son aquellos en los cuales la banda forma varios lazos, motivado por la falta de espacio en las cintas transportadoras, utilizadas en la minería subterránea del carbón, que obliga a almacenar mucha banda en poca longitud de bastidor.

1.6.4.1.6. Bastidores

Los bastidores son los componentes más sencillos de las cintas, y su función es obviamente, la de soportar las cargas de material, banda, rodillos y las posibles cubiertas de protección contra el viento, entre el punto de alimentación y el de descarga del material.

El bastidor de nuestra cinta transportadora ha sido calculado y diseñado mediante CYPE para comprobar que soportará todas las cargas posibles.

1.6.4.1.7. Equipos de limpieza

Puede definirse la acción fungicida, como la tendencia del material a escaparse de la vena principal. El ensuciamiento es una consecuencia de esta acción; a mayor presencia fungicida, más ensuciamiento. Es acción se produce, desde el punto de vista del material, por dos estados opuestos del mismo; por ser polvoriento o por ser pegajoso. Los lugares donde se produce la misma son aquellos en los que cambia la dirección del flujo o vena del material, esto es en elementos como tolvas y guías de carga.

a. La incidencia económica de la mala limpieza

Tiene tres aspectos importantes a destacar.

1. La pérdida de capacidad transportadora, cuyo valor es en general reducido.
2. Coste de la mano de obra empleada en la limpieza del material fugitivo, depositado en bastidores y suelo, mantenimiento de los equipos de limpieza y atención al desvío de bandas.
3. En cintas de gran capacidad, y cuando se ha visto la imposibilidad de la limpieza de la banda en el ramal inferior, se instalan debajo de este y en las proximidades de la cabeza motriz, transportadores especiales de corta longitud, que recorren el material desprendido y lo incorpora a la vena principal.

b- Tipos de rascadores

A continuación se describen los rascadores que actúan sobre el tambor motriz.

- *Rascador pendular de contrapeso, con tiras de goma:* Es el más popular, pero su eficacia es limitada. Se emplea en cintas sencillas sin grandes exigencias de limpieza. Está constituido por unas partes metálicas que soportan las tiras o tacos de goma (*ver Figura 1.31*).
- *Rascador principal con láminas de rascado independientes y tensión por brazo de torsión:* Aplican el principio de la espátula.

Este rascador es mucho más eficaz que el anterior, pero si el material es muy pegajoso no se eliminarán totalmente, limitando mucho su eficacia. Se soluciona instalando un rascador previo.

- *Rascador previo:* Situado antes del principal, con tacos gruesos de goma como elementos de rascado y forma constructiva similar al anterior. Se emplea cuando el material es pegajoso y de limpieza difícil. El mayor problema con estos rascadores es la reposición de los elementos limpiadores cuando estos se han desgastado, por la dificultad de acceso a los mismos.

Los rascadores que actuando sobre los demás tambores, son rascadores con importancia secundaria (*ver Figura 1.32*).

- *Rascador en V con tiras de goma:* Impide que en material fugitivo, situado sobre la cara interna de la banda en el ramal inferior, penetre entre las láminas y el tambor de reenvío.
- *Rascadores fijos en diagonal.* Consiste en una pletina o placa metálica que se sitúa próxima a la periferia de los tambores de desvío, para impedir la entrada del material pegado a la banda.

- *Sistemas de limpieza modernos.* El avance tecnológico ha permitido el uso de quipos muy modernos los cuales realizan sus tareas de una manera eficiente (ver Figura 1.33).

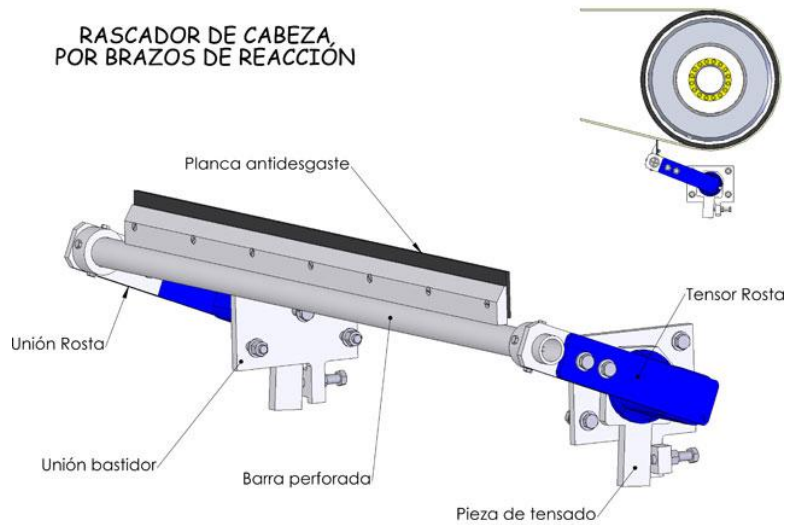


Figura 1.31: Rascador primario de cabeza.



Figura 1.32: Rascador secundario.

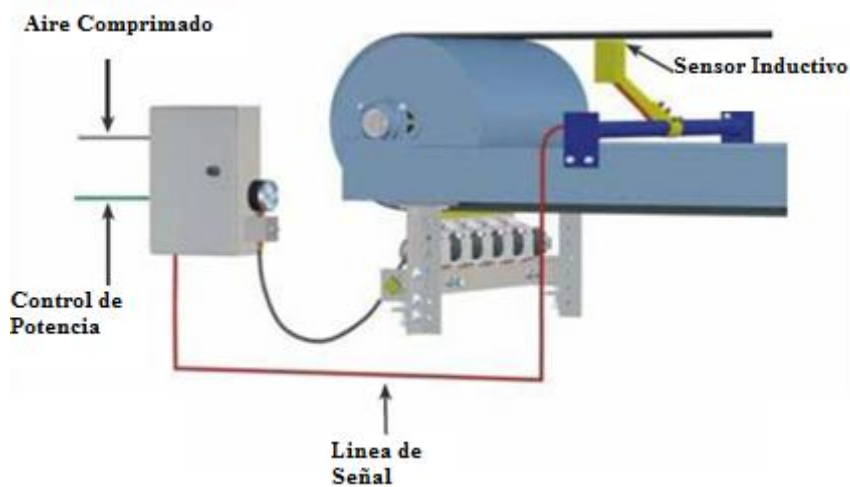


Figura 1.33: Esquema de uno de los sistemas de limpieza automatizado por Euromeca.

1.6.4.1.8. Grupos motrices

El grupo motriz de una banda transportadora es uno de los componentes más importantes de la misma. De la adecuada elección de los elementos que la forman, depende la seguridad de funcionamiento y la vida de la banda. La forma en la que se efectúa el arranque, influye en la vida y comportamiento de los componentes del grupo motriz, y así mismo en la vida de la banda, tambores y rodillos.

También afecta al comportamiento de la banda en las curvas verticales, recorrido de los tambores tensores y a la pérdida de fricción en el tambor motriz. Los componentes del grupo motriz, señalados en el orden de entrada a salida del movimiento son.

- *Motor eléctrico.*
- *Acoplamiento de alta velocidad,* puede ser elástico o fluido.
- *Acoplamiento de baja velocidad.*
- *Dispositivo anti-retorno.*
- *Freno.*

El motor, el reductor y el freno, están unidos a una bancada. En motores de potencias pequeñas, el motor y el reductor forman una sola unidad, suprimiéndose así la bancada (*ver Figura 1.34*).

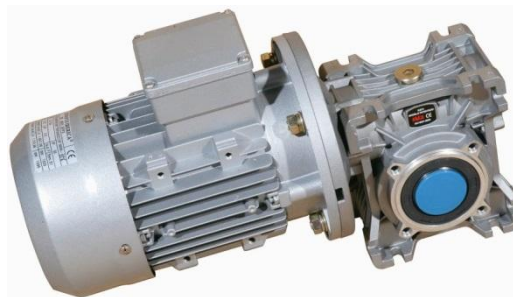


Figura 1.34: Grupo motriz, reductor clásico.

a. Motores eléctricos

a.1 Potencia

La primera condición al elegir un motor, es que la potencia del mismo sea al menos igual a la potencia requerida en el eje de salida del reductor, dividida entre el rendimiento del mismo. En los casos en que existen posibilidades de sobrecarga de larga duración o no se tenga seguridad en el valor de la potencia calculada, hay que multiplicar ésta por un factor de servicio, con el fin de tener en cuenta estas circunstancias. En potencias grandes, en las que el paso de un tamaño de motor al inmediato supone un incremento importante del coste, debe tenerse muy en cuenta la elección del factor de servicio adecuado.

Desde el punto de vista del arranque, la elección de un motor sobredimensionado no es buena, al existir pares de arranque elevados y por tanto grandes aceleraciones si el arranque se efectúa de forma directa. Las potencias indicadas en la placa de características de los motores, son las disponibles en el eje de los mismo, para un trabajo continuo y manteniendo una temperatura estable.

a.2 Tipos de motores

Los empleados en cintas transportadoras, generalmente son.

- De corriente alterna.
- De *jaula de ardilla*, que es el más empleado.
- De *rotor bobinado*.
- De corriente continua, mucho menos empleado.

a.3 Tensiones y frecuencias

En corriente alterna, las tensiones normales nominales a las que pueden conectarse son.

- 220 V / 380 V, 380 V / 660 V.
- 230 V / 400 V, 400 V / 690 V.

La frecuencia en Europa es de 50 Hz.

a.4 Velocidades

La velocidad nominal de los motores empleados en las cintas es generalmente de 1500 r.p.m. (motores de 4 polos), funcionando en vacío. Cuando funcionan a su potencia nominal, la velocidad se reduce de acuerdo con la curva par – velocidad. Esta reducción se expresa en tanto por ciento de la nominal, y es del orden del 2 % para la potencia nominal.

a.5 Características principales de los motores de corriente alterna.

En este apartado, se determinan las características más destacadas de los motores de corriente alterna junto con sus diferencias. Los *motores de jaula de ardilla* pueden considerarse de velocidad constante, siendo sus características más destacadas las siguientes.

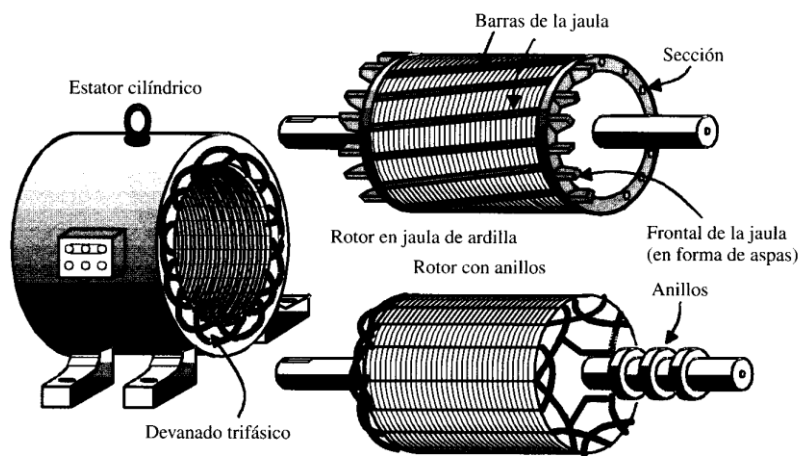
- La curva par-velocidad no es la más adecuada para el arranque de las cintas.
- En la franja de trabajo entre el par máximo y el par 0, la curva par – velocidad es prácticamente lineal.
- No hay posibilidad de controlar el par.
- El número de arranques está limitado por el calentamiento del motor
- Requiere poco mantenimiento.
- Son baratos.
- Son adecuados también para su empleo en cintas descendentes funcionando como generador.

Los *motores de rotor bobinado*, al igual que en los de jaula de ardilla, también pueden considerarse de velocidad constante, y sus principales propiedades son.

En la franja de trabajo, la variación del par es también prácticamente lineal.

- Es posible controlar el par en el arranque mediante resistencia rotóricas.
- El número de arranques puede ser más elevado que en los de jaula de ardilla, a consecuencia del menor calentamiento.

- Requieren más mantenimiento que los de jaula de ardilla y son más caros que estos.
- Son adecuados también para su empleo en cintas descendentes.



Tipos de máquinas asíncronas o de inducción.

Figura 1.35: Motor de jaula de ardilla y motor de rotor bobinado.

1.6.4.1.9. Reductores de velocidad

Se emplean dos tipos de reductores en las cintas de gran potencia.

- *Reductores Suspendedos:* Son de montaje flotante. Esta disposición presenta la ventaja de precisar un espacio reducido, suprimiendo la alineación entre el tambor y reductor, el inconveniente es el de tener que desmontar el conjunto cuando se tiene que sustituir el tambor.
- *Reductores Clásicos:* Estos reductores son utilizados en las instalaciones grandes.

1.6.4.1.10. Frenos y mecanismos anti retorno

Los frenos más utilizados son los de disco, situados en el eje del reductor. En algunos casos, generalmente en cintas descendentes, se montan en el eje del tambor.

En las cintas con cierta pendiente, además del freno se dispone de un sistema de anti retorno. Su función consiste en retener la carga en las cintas inclinadas ascendentes. Estos sistemas anti retorno actúa como un elemento de seguridad. En las grandes cintas horizontales el frenado en cabeza puede ser insuficiente, por lo que una solución adoptada consiste en colocar un freno de disco sobre el tambor de retorno.

1.6.4.1.11. Micro de seguridad

El micro de seguridad normalmente va colocado en los cabezales, aunque hay ocasiones que no puede ser así ya que la longitud es superior a la que puede tener el micro.

La cinta puede llevar uno a dos dependiendo de la accesibilidad a la cinta, es decir, si sólo se puede acceder a la cinta desde un lado, la cinta llevará un micro y si por el contrario se puede acceder por ambos lados, llevará dos.

La función del micro de seguridad es detener la cinta transportadora en caso de emergencia. Esto se produce de dos formas.

- Cuando el operario tensa el cable que va unido al micro por razones de seguridad.
- Cuando se le da al botón de paro de emergencia situado en el micro.
- Para evitar la manipulación de una cinta en marcha.

El cable será accesible en todos los puntos de la cinta, estará fijado por un extremo en un punto fijo y por el otro al micro de seguridad.

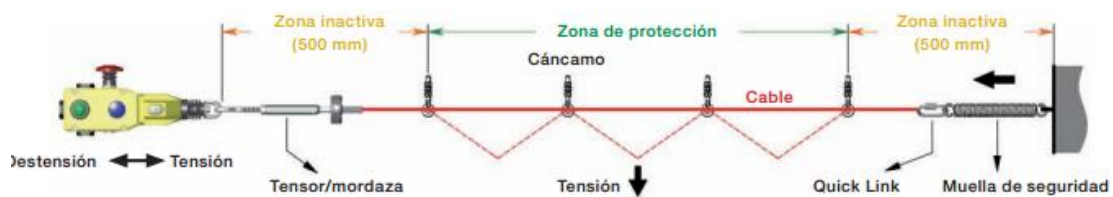


Figura 1.36: Partes del micro de seguridad.

El micro frena todas las cintas que están por detrás de la que se le ha tensado el cable y permite que sigan funcionando todas las situadas por delante si esto es un requisito.

1.7 – DEFINICIONES Y ABREVIATURA

Los símbolos técnicos tomados en cuenta para los cálculos son los siguientes.

Abreviatura	Definición	Unidades
a	Paso de las estaciones	m
A	Longitud del eje del rodillo	mm
a_g	Distancia entre soporte y brida del tambor	mm
a_i	Paso de las estaciones de impacto	m
a_o	Paso de las estaciones de ida	m
a_t	Paso de las estaciones de transición	m
a_u	Paso de las estaciones de retorno	m
B	Longitud de la envoltura del rodillo	mm
C	Distancia entre los soportes del rodillo	mm
Ca	Carga estática en la estación de ida	daN
ca	Carga en el rodillo central de la estación de ida	daN
Ca₁	Carga dinámica en la estación de ida	daN
cd	Carga dinámica de los rodamientos	daN
Cf	Constante elástica del bastidor/rodillos de impacto	Kg/m
ch	Llave del eje del rodillo	mm
C_o	Carga estática de los rodamientos	daN
Cp	Carga que resulta de las fuerzas que actúan sobre el eje del tambor motriz	daN
Cp_r	Carga que resulta de las fuerzas que actúan sobre el eje del tambor loco	daN
Cq	Coeficiente de las resistencias fijas	-
Cr	Carga estática en la estación de retorno	daN

Cr₁	Carga dinámica en la estación de retorno	daN
Ct	Coefficiente de las resistencias pasivas debidas a la temperatura	-
Cw	Factor de abrazamiento	-
d	Diámetro eje/árbol	mm
D	Diámetros rodillos/tambores	mm
E	Módulo elástico del acero	daN/mm ²
e	Base de los logaritmos naturales	2,718
f	Coefficiente de rozamiento interior del material y de los elementos giratorios	-
f_a	Coefficiente de rozamiento entre banda y tambor, dado un ángulo de abrazamiento	-
f_r	Flecha de la banda entre dos estaciones consecutivas	m
ft	Flecha del eje de simetría	mm
Fa	Esfuerzo tangencial para mover la banda en el tramo de ida	daN
Fd	Factor de choque	-
Fm	Factor ambiental	-
Fp	Factor de participación	-
Fp_r	Factor de participación en el rodillo central de un conjunto de tres	-
Fr	Esfuerzo tangencial para mover la banda en el tramo de retorno	daN
Fs	Factor de servicio	-
Fu	Esfuerzo tangencial total	daN
Fv	Factor de velocidad	--
G	Distancia entre los soportes	mm
G_m	Peso del bloque de material	Kg

H	Desnivel de la banda	m
Hc	Altura correcta de caída	m
Hf	Altura de caída del material banda-tolva	m
Ht	Desnivel entre el tambor motriz y el contrapeso	m
Hv	Altura de caída material tolva-banda receptora	m
Ic	Distancia desde el centro del tambor motriz al centro de situación del contrapeso	m
I_M	Capacidad de transporte volumétrica	m ³ /h
I_v	Capacidad de transporte de la banda (flujo de material)	t/h
I_{VM}	Capacidad de transporte volumétrica corregida a 1 m/s en relación con la inclinación e irregularidad de alimentación	m ³ /h
I_{VT}	Capacidad de transporte volumétrica teórica a 1 m/s	m ³ /h
J	Momento de inercia de la sección del material	mm ⁴
K	Factor de inclinación	-
K₁	Factor de corrección	-
σ_{amm}	Esfuerzo admisible	daN/mm ²
L	Distancia entre ejes de la cinta transportadora	m
Lb	Dimensión del bloque de material	m
Lt	Distancia de transición	m
Mf	Momento de flexión	daNm
Mif	Momento ideal de flexión	daNm
Mt	Momento de torsión	daNm
N	Ancho de la banda	mm
n	Número de revoluciones	giri min
P	Potencia absorbida	KW

p_d	Fuerza de caída dinámica	Kg
p_i	Fuerza de impacto caída material	Kg
p_{ic}	Fuerza de impacto material en rodillo central	Kg
P_{pri}	Peso de las partes giratorias inferiores	Kg
P_{prs}	Peso de las partes giratorias superiores	Kg
q_b	Peso de la banda por metro lineal	Kg/m
q_{bn}	Peso del núcleo de la banda	Kg/m ²
q_G	Peso del material por metro lineal	Kg/m
q_{RO}	Peso de las partes giratorias superiores referido al paso de las estaciones	Kg/m
q_{RU}	Peso de las partes giratorias inferiores referido al paso de las estaciones	Kg/m
q_s	Peso específico	t/m ³
q_T	Peso del tambor	daN
RL	Ancho de la banda de los mototambores	mm
S	Sección del material en la banda	m ²
T₀	Tensión mínima en cola en la zona de carga	daN
T₁	Tensión del lado tenso	daN
T₂	Tensión del lado lento	daN
T₃	Tensión de los tambores (no de mando)	daN
T_g	Tensión de la banda en el punto de situación del contrapeso	daN
T_{max}	Tensión en el punto sometido a mayor esfuerzo de la banda	daN
Tu_{max}	Tensión unitaria máxima de la banda	N/mm
T_x	Tensión de la banda en un punto considerado	daN
T_y	Tensión de la banda en un punto considerado	daN
v	Velocidad de la banda	m/s

V	Elevación máxima del borde de la banda	mm
W	Módulo de resistencia	mm ³
α	Ángulo de abrazamiento de la banda en el tambor	grados
α_t	Inclinación eje simétrica (rotación)	rad
β	Ángulo de sobrecarga	grados
γ	Ángulo de inclinación de la tolva	grados
δ	Inclinación de la banda transportadora	grados
λ	Inclinación de los rodillos laterales	grados
η	rendimiento	-
y	Ángulo de flexión del rodamiento	grados

Tabla 1.8

1.8 – REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos de diseño establecidos por el cliente son.

1. La instalación debe transportar el producto, desde la machacadora al desmenuzador.
2. El sistema de transporte debe ser mediante cintas transportadoras.
3. La instalación debe tener una producción mínima de 150 T/h
4. Soportar el impacto de un material con un peso específico aparente de 1 T/m^3 .
5. A la hora de diseñar la instalación, hay que reducir al mínimo el número de cintas transportadoras justificando su utilización.
6. Hay que buscar un concepto de diseño sencillo y funcional, que a su vez tenga un atractivo visual.
7. Se deben cumplir todos los requisitos de seguridad en las máquinas según las directivas en vigor.
8. Deben haber acceso a todos los puntos susceptibles de realizar mantenimientos preventivos.
9. La diferencia de altura entre las machacadora y el desmenuzador tiene que ser de 6743 mm
10. La banda debe ser de la casa beltsiflex con el código “ 800 EP-500/4 4+2 y”.
11. Homogeneidad de marca en las partes de la cinta, a poder ser RULMECA.
12. Utilización diaria de 12 horas.
13. Condiciones estándar de fabricación.
14. Hacer uso de la economía de espacio.
15. Hay que prevenir futuras ampliaciones de la instalación.
16. Las cintas transportadoras deben de estar sobredimensionadas tanto en capacidad como en potencia.
17. Se deben evitar los derrames de material a lo largo de la instalación.
18. Hay que proponer diversas soluciones a la necesidad del proyecto.
19. Una vez aceptada la solución final por la propiedad, se desarrollará el proyecto completo con el diseño de detalle, informando a la propiedad siempre que sea necesario.
20. Desde la fecha de aprobación del proyecto hasta la puesta en marcha no deben transcurrir más de 3 meses.
21. Se presentara un planning del proyecto que incluya tiempos de diseño fabricación y montaje.

1.9 – ANALISIS DE SOLUCIONES

Antes de llegar a la solución definitiva tomada en este proyecto se valoraron varias propuestas que comenta a continuación.

1.8.1. CINTA DE RODILLOS (*Roller conveyor*).

Es una forma muy común de cinta. El camino consiste en una serie de tubos (rodillos) perpendiculares a la dirección de avance. Los rodillos están contenidos en un armazón fijo que eleva la cinta del suelo desde varios decímetros a algo más de un metro. Los pallets planos o bandejas portando la carga unitaria son desplazados a medida que giran los rodillos.

Las cintas con rodillos pueden ser impulsadas mecánicamente o gravitatorias. Los sistemas de tipo gravitatorio se disponen de tal modo que el camino desciende una pendiente suficiente para superar la fricción de los rodillos. Las cintas con rodillos pueden ser usadas para el reparto de cargas durante las operaciones de procesado, el reparto hacia y desde el lugar de almacenamiento y aplicaciones de distribución. Los sistemas de cintas automatizados son también útiles para operaciones de clasificación y combinado.

Ventajas

- Buen precio de producción.
- Fácil implantación.
- El más económico de producir.

Inconvenientes

- Necesidad de contenedores para cargar el material.
- Perdida de material ya que no hay rascadores.
- Carga discontinua (necesidad de parar para cargar los contenedores).



Figura 1.37: Ejemplo de industria con cinta de rodillos.

1.8.2. CINTAS CON RUEDAS (*Skate-wheel conveyor*).

Operativamente son similares a los rodillos. Sin embargo en lugar de rodillos, pequeñas ruedas como las de los “patines” montadas sobre ejes rotatorios conectados al armazón se emplean para desplazar el pallet, bandeja, u otro contenedor a lo largo de la ruta. Las aplicaciones de este tipo de cintas son similares a las de los rodillos, excepto que las cargas deben ser en general más ligeras al estar los contactos entre carga y cinta mucho más concentrados.

Ventajas

- Buen precio de producción.
- Fácil implantación.
- El más económico de producir.

Inconvenientes

- Necesidad de contenedores para cargar el material.
- Pérdida de material ya que no hay rascadores.
- Carga discontinua (necesidad de parar para cargar los contenedores).
- No soporta impacto de grandes cargas.



Figura 1.38: Ejemplo de una cinta transportadora con ruedas en vez rodillos.

1.8.3. CINTAS PLANAS (Belt conveyor).

Este tipo está disponible en dos formatos comunes: cintas planas para pallets, piezas o incluso ciertos tipos de materiales en masa; y cintas huecas para materiales en masa. Los materiales se sitúan en la superficie de la cinta y viajan a lo largo del recorrido de la misma. La cinta forma un lazo continuo de manera que una mitad de su longitud puede emplearse para el reparto del material y la otra mitad para el retorno (generalmente vacío). La cinta se soporta con un armazón con rodillos u otros soportes espaciados entre sí varios decímetros. A cada extremo de la cinta están los rodillos motores (“poleas”) que impulsan la cinta.

Ventajas

- Buen precio de producción.
- Fácil implantación.
- Sirve para material a granel.
- No hay necesidad de parar.
- No hay pérdida de material (si tiene rascadores).

Inconvenientes

- Precio medio de producción.
- Requiere de un mantenimiento superior debido al uso de bandas.



Figura 1.39: Ejemplo de industria de extracción de aridos mediante una cinta plana

1.8.4. CINTA CON CADENAS (Chain conveyors).

Están formadas por lazos de cadena sin fin en una configuración arriba abajo alrededor de ruedas dentadas motorizadas, en los extremos del camino. Puede haber una o más cadenas operando en paralelo para formar la cinta. Las cadenas viajan a lo largo de canales que proporcionan soporte para las secciones flexibles de la cadena. O bien las cadenas se desplazan por el canal o usan rodillos para montarse al canal. Las cargas generalmente se montan sobre las cadenas.

Ventajas

- Fácil implantación.
- Sirve para material a granel.
- No hay pérdida de material (puede tener rascadores).
- Es capaz de transportar cargas pesadas.
- No tiene necesidad de parar.

Inconvenientes

- Alto mantenimiento.
- Incapaz de resistir impactos de altas cargas.
- Precio elevado de producción.



Figura 1.40: Ejemplo de una cinta que transmite el movimiento mediante cadenas.

1.8.5. CINTAS CON LISTONES (Slat conveyors).

Este sistema emplea plataformas individuales, llamadas listones o tablillas, conectadas a una cadena continua en movimiento. Aunque el mecanismo impulsor es la cadena, funciona en gran medida como una cinta plana. Las cargas se sitúan sobre la superficie plana de las tablillas y se desplazan con ellas. Los caminos son generalmente en línea recta, pero al ser movidas por cadenas y la posibilidad de introducir curvas en el camino mediante ruedas dentadas, las cintas con listones pueden tener giros en su lazo continuo.

Ventajas

- Fácil implantación.
- Se puede utilizar para el transporte a granel.
- Es capaz de transportar cargas pesadas.
- No tiene necesidad de parar.

Inconvenientes

- Posibilidad de pérdida de material.
- Incapaz de resistir impactos de altas cargas.
- Precio elevado de producción.
- No es común para material a granel.



Figura 1.41: Imagen de una cinta de listones.

1.8.6. CINTAS AEREAS DE CARROS (Overhead trolley conveyor).

Cuando hablamos de movimiento del material, un carro es un soporte con ruedas moviéndose en un rail elevado del que puede colgar la carga. Una cinta con carritos es una serie de múltiples carros igualmente espaciados a lo largo de los raíles mediante una cadena sin fin o cable. La cadena o cable está unida a una rueda que proporciona energía al sistema. El camino está determinado por el sistema de raíles; tiene giros y cambios en elevación formando un lazo sin fin.

En los carros se suspenden ganchos, cestas u otros receptáculos para la carga. Los sistemas de carros aéreos se emplean a menudo en fábricas para mover piezas y conjuntos de ensamblaje entre los principales departamentos de producción. Pueden emplearse tanto para reparto como para almacenamiento.

Ventajas

- Adecuado sistema para algunos sistemas de producción donde no se puede utilizar otros métodos (ejemplo pintura de llantas, no hace falta descolgar).
- Fácil manejo (gira en todos los sentidos como tornillo sinfín)

Inconvenientes

- Posibilidad de pérdida de material.
- Costes elevados.
- No se utiliza para material a granel.
- Muy difícil su implantación en nuestro sistema.



Figura 1.42: Imagen de una cinta aérea.

1.8.7. CINTAS POR CABLE ENTERRADO (In-floor town line conveyors).

Estos sistemas emplean vehículos con ruedas impulsados por medio de cadenas o cables en movimiento situados en zanjas en el suelo. Las rutas están definidas por las zanjas y cables. Es posible el cambio desde un segmento impulsado a otro diferente, proporcionando cierta flexibilidad en el rutado. Los carros emplean clavijas reforzadas de acero para acoplarse a la cadena. Dichas clavijas se pueden extraer de la zanja para liberar al carro del avance de la cadena y realizar las operaciones de carga/descarga.

Ventajas

- Adecuado sistema para algunos sistemas de producción, cadenas de montaje por ejemplo.
- Fácil manejo.

Inconvenientes

- Posibilidad de pérdida de material.
- Costes elevados.
- No se utiliza para material a granel.
- Muy difícil su implantación en nuestro sistema de producción.



Figura 1.43: Imagen de una industria usando cintas por cable enterrado.

1.8.8. CINTAS DE CARRO SOBRE RAILES (Cart-on track).

Estos sistemas emplean carros individuales montados en una pista de dos raíles en una estructura que sitúa la cinta unos decímetros sobre el suelo. Los carros no son impulsados individualmente; en su lugar, avanzan mediante un tubo rotatorio entre los dos raíles. Debido a ello también se llaman cintas de tubo rotatorio (spinning tube).

Una rueda motriz, en la parte inferior del carro y formando un ángulo con el tubo, se apoya en él y convierte el giro del tubo en avance del carro. La velocidad del carro es controlada regulando el ángulo de contacto entre la rueda motriz y el tubo. Una de las ventajas de este sistema con respecto a los vistos es que con él se logra bastante precisión en el posicionamiento. Esto los permite usar para posicionar piezas para el procesado. Las aplicaciones para este sistema incluyen las líneas de soldadura robótica y sistemas de ensamblaje automático.

Ventajas

- Fácil manejo.
- Resistente al impacto de grandes cargas.
- Reducido mantenimiento.

Inconvenientes

- Pérdida de material por falta de un rascador.
- Necesidad de parar producción mientras se carga.



Figura 1.44: Imagen de transporte por carro sobre railes

1.8.9. TORNILLO DE ARQUIMEDES (screw pump).

El tornillo de Arquímedes consiste simplemente en un enorme tirabuzón que gira accionado por una manivela o motor situada en su parte superior. El extremo inferior debe encontrarse sumergido en aquello que se desea levantar, generalmente agua aunque en nuestro caso será la arcilla, de modo tal que el tirabuzón quede inclinado con respecto a la superficie de lo que se desea elevar. Mientras el tirabuzón gira por acción de la manivela o del molino, una pequeña cantidad de arcilla queda atrapada dentro.

La inclinación del Tornillo debe ser tal que parte del giro introduzca agua dentro del tirabuzón, y parte introduzca aire (para evitar un efecto sifón) el siguiente giro permitirá que más arcilla ingrese en él, y a su vez impedirá la salida de la que anteriormente había entrado. Cada porción de solido queda atrapada en una sección del cilindro o tirabuzón que al girar la arrastra hacia arriba. De este modo, luego de sucesivos giros, la arcilla asciende poco a poco dentro del tornillo.

Ventajas

- Fácil manejo.
- Escaso mantenimiento.

Inconvenientes

- No es rentable de construir por su gran tamaño.
- Bajo rendimiento.
- Alta necesidad de energía para hacer funcionar el tornillo.



Figura 1.45: Imagen de industria donde se utiliza tornillo de Arquímedes

1.10 - RESULTADO FINAL

Entre todas estas opciones se ha decantado por la opción de cinta plana por los siguientes motivos.

- Cinta aérea de carros y cinta por cable enterrado se ha desechado porque no proceden para nuestro sistema, es imposible su implantación.
- La cinta de rodillos, cinta con ruedas, cintas de carro sobre raíles y cinta con listones se descartan por la introducción de carros o vagonetas para el transporte de material. El descarte de la vagoneta es debido a que no tiene rascadores con lo cual habrá pérdida de material además de paradas para carga de material.
- Tornillos de Arquímedes no se aceptan como la mejor solución ya que aunque su rendimiento es muy bueno para aguas fecales ya no lo es tanto para el transporte a granel, a parte de la imposibilidad de su puesta en marcha para 35 metros.
- Finalmente quedan dos opciones la cinta plana y la cinta con cadena. Entre ellas se declina por la plana ya que puede soportar grandes esfuerzos (a no ser que a la cinta de cadena le pongamos rodillos, con lo cual será la misma construcción que la plana), es más económica y más sencilla de construir, además de tener un menor mantenimiento.

1.11 – PLANIFICACION

Para el buen desarrollo del proyecto, se realiza un planning de trabajo adecuado para cumplir con las exigencias contratadas con el cliente. En él se refleja un calendario de entrega tanto de documentación como de materiales para las tres fases del proyecto –diseño, fabricación y montaje-, el cual es entregado y ratificado por el cliente. Todo esto es expresado mediante un diagrama de Gantt que se adjuntará al final de este punto, pudiendo observar el tiempo de cada operación, así como el número de operarios necesarios para ella siendo el número de operarios disponibles 4.

Los plazos de entrega de cada fase del proyecto son.

1. Fase de diseño: 10 Febrero 2014 // 20 Marzo 2014
2. Fase de fabricación: 20 Marzo 2014 // 11 Abril 2014
3. Fase de montaje: 11 Abril 2014 // 29 Abril 2014

Fase de diseño

Esta primera fase es la más importante de todo el proyecto, puesto que en ella es donde se van a fijar las bases del mismo y a su vez sus límites. Cualquier toma de decisión que se tome en esta fase va a afectar al desarrollo final del proyecto, por lo que una mala decisión o un error podrían provocar el fracaso del proyecto con el consecuente coste económico para la empresa.

Se inicia la fase con la toma de datos y mediciones en fábrica de todo aquello que afecta directamente e indirectamente al proyecto. Posteriormente, todos estos datos son traspasados mediante delineación por ordenador a un fichero de datos.

Una vez rediseñado el proyecto – y reconfirmado por el cliente- es el momento de iniciar la delineación y desarrollo de planos constructivos de todos los elementos que forman el proyecto.

Es en esta fase, cuando hay que iniciar el proceso de compra y acopio de todos los materiales, tanto comerciales como no, necesarios para realizar la fabricación de todas las piezas así como su montaje.

A continuación se puede observar dos imágenes de la fase de diseño asistido por computadora mediante el software Inventor 2010.

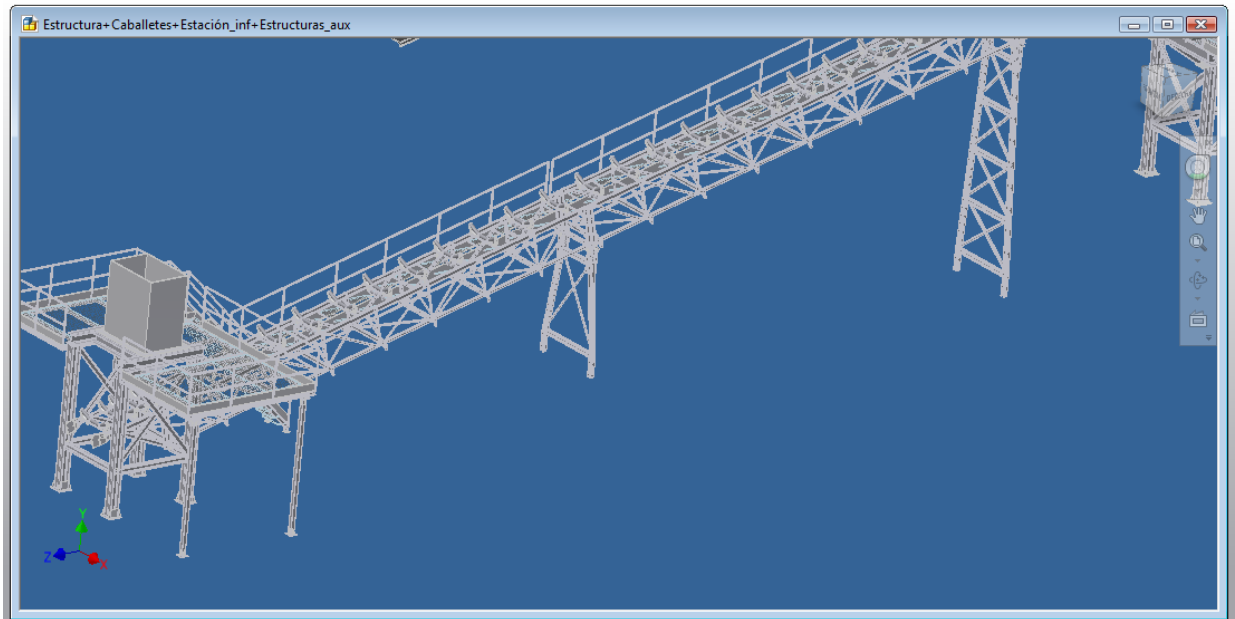


Figura 1.46: Imagen de la fase de ensamblaje (diseño) de la máquina.

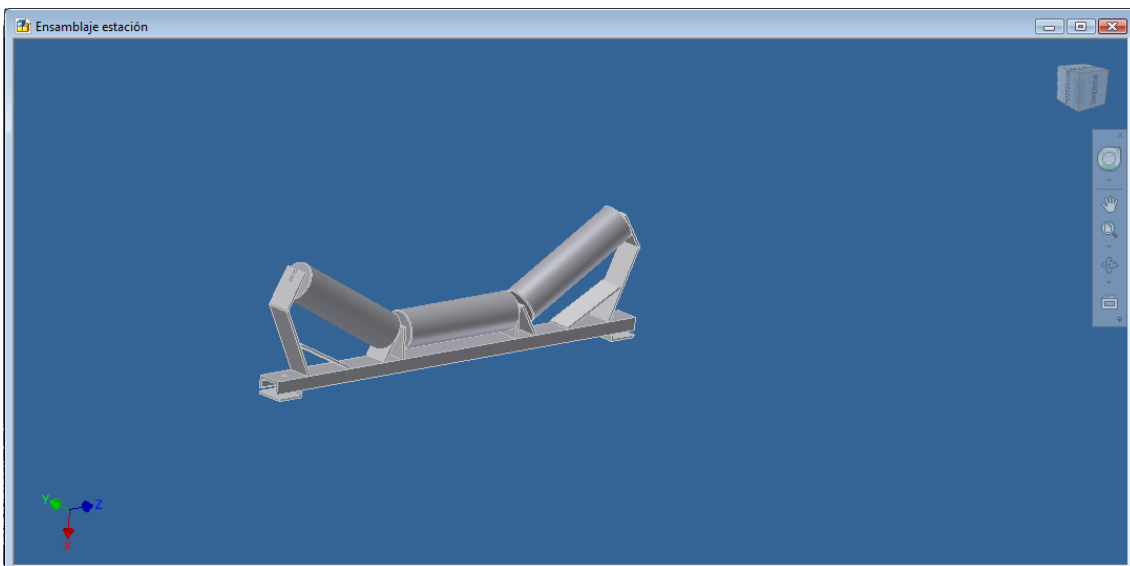


Figura 1.47: Imagen de la fase de diseño de las estaciones.

Fase de fabricación

Es la fase donde manipulan y convierten la materia prima bruta comprada (chapas y vigas de acero al carbono y/o acero inoxidable) en un elemento o parte de un producto mediante un proceso de fabricación.

Este proceso es realizado por los operarios de taller y siempre bajo la supervisión de su responsable.

Se utilizan todos los recursos de construcción existentes en taller, tanto maquinaria pesada (plegadoras, cizalladoras, tallados de pie, cortadora de plasma,...) como maquinaria ligera (equipos de soldar, radiales,...)

En esta fase se incluyen los procesos de pintado, dando una capa de imprimación epoxi y una capa de esmalte, procesos que se compaginan con los de fabricación.

También se incluyen dentro de esta fase los procesos de premontaje, pedido y ensamblaje de piezas, bien sea parcialmente o totalmente (ejemplo es de rascadores, capuchas, rodillos...), en general se monta todo lo que se puede montar en taller para así ser más rápidos en obra y facilitar de esta manera el trabajo a los operarios.

Una vez finalizada esta fase, todos los elementos del proyecto deben de estar fabricados, ensamblados (los que se puedan) y listos para realizar el transporte de los mismos.

A continuación se pueden observar dos fotos de la fase de montaje de la cinta transportadora en el taller. La primera de las dos imágenes es el montaje de las capuchas, el rascador y el mototambor en el bastidor 1. Se puede llegar a apreciar también el tensor del rascador siendo este del tipo ROSTA en color azul. La segunda imagen corresponde a la fabricación y preparación para el transporte de los bastidores de la cinta.

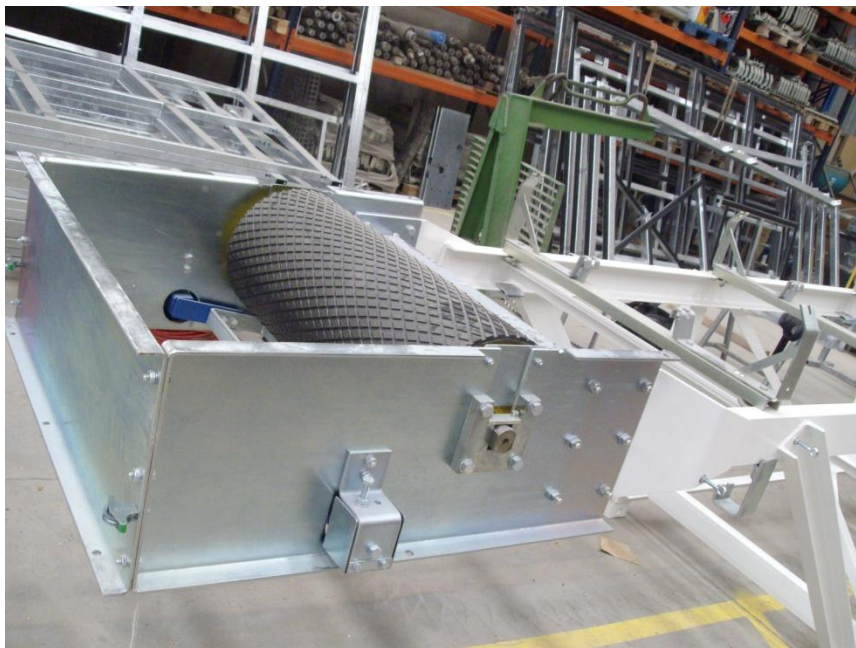


Figura 1.48: Foto de la fase de fabricación de las capuchas y ensamblaje del mototambor.



Figura 1.49: Foto de la fase de soldadura y pintado de los bastidores.

Fase de montaje

Esta es la última fase del proyecto, donde la finalidad de la misma es montar e instalar todos los elementos fabricados en taller para dar forma y cuerpo al proyecto diseñado. Intervienen principalmente los operarios de Euromeca, como montadores, pero también empresas subcontratadas por nosotros (transportistas, grúas y plataformas elevadoras) y empresas subcontratadas por la propiedad (calculistas para las zapatas, albañiles para hacerlas), por todo ello, es muy importante la coordinación ente participantes a través del director de proyecto.

Una vez montada e instalada toda la maquinaria, se procederá a realizar una revisión completa de toda la planta, revisando tanto soldaduras, uniones atornilladas y pintura. Se realizarán todas aquellas actuaciones necesarias para dejar la instalación correctamente. Posteriormente, se pasará a realizar conjuntamente con la propiedad la puesta en marcha en vacío, y si todo va bien, a continuación, se pasará a realizar la puesta en marcha con material.

Una vez realizadas todas las pruebas descritas anteriormente, se realizará junto con el cliente, el último control de la instalación con una revisión completa de la misma para dar el visto bueno y considerarla como terminada y entregada.

El proyecto se dará como finalizado, en el momento que se entregue al cliente los manuales y marcados CE de las máquinas instaladas.

En la imagen de a continuación se puede observar la fase de montaje en obra de la cinta transportadora.



Figura 1.50: Foto de la fase de montaje en obra de la cinta transportadora.

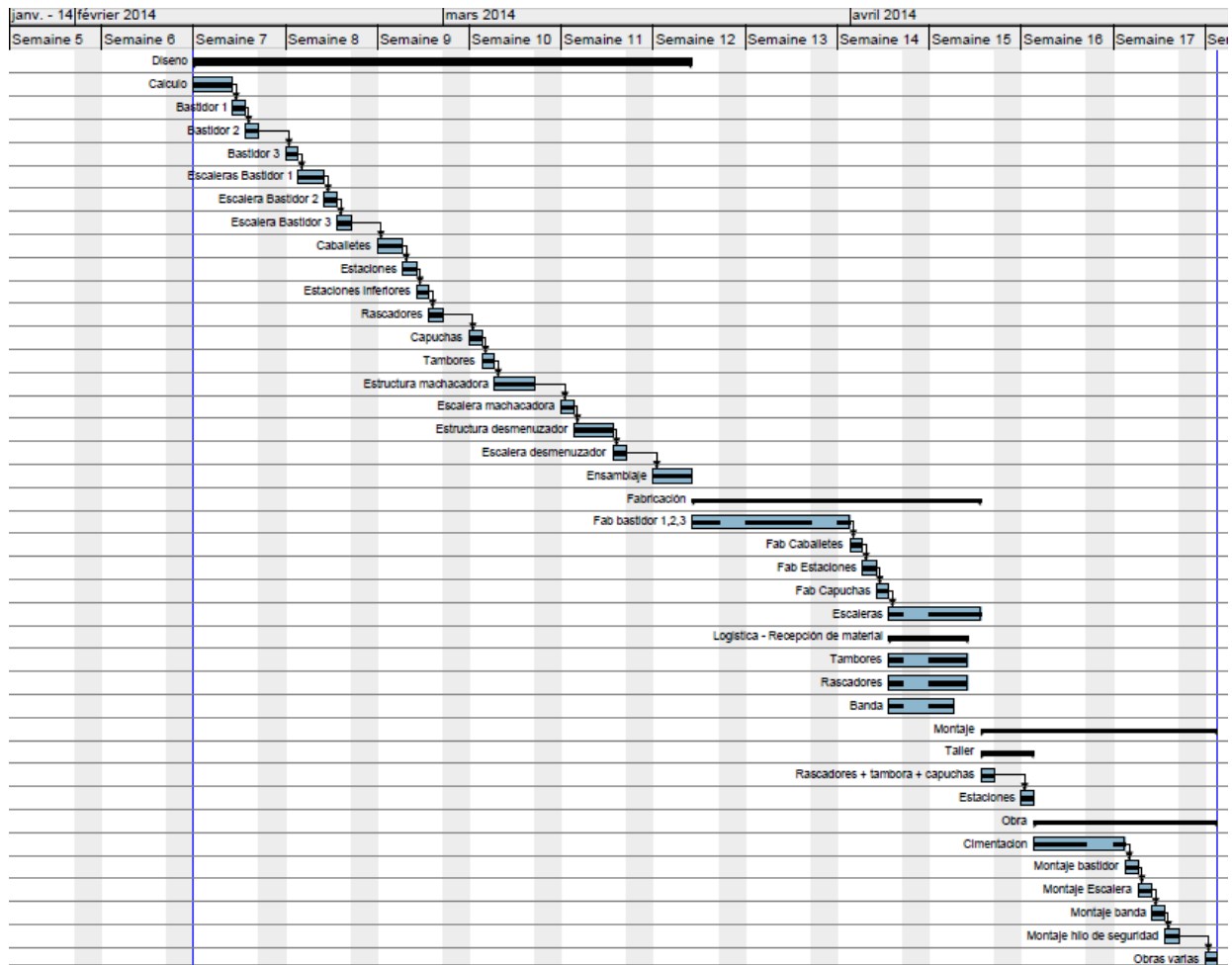


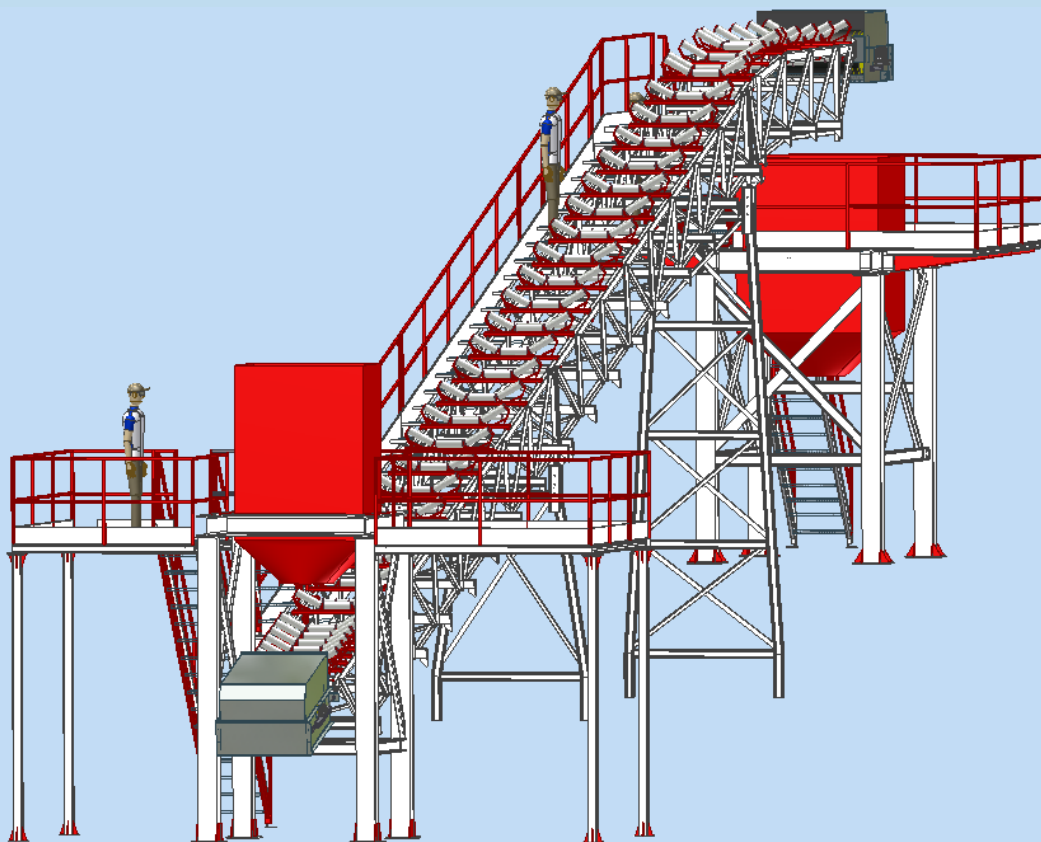
Figura 1.51: Imagen del diagrama de Gantt de los procesos.

En el apartado de anexos se facilita el documento completo del diagrama de Gantt, pudiendo observar el número de trabajadores, las tareas de cada uno, el tiempo dedicado etc.

1.12 – ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS

El orden de prioridad será el mismo que el que posee el propio proyecto, pues es ideal para comprender la obra.

CAPITULO 2: DISEÑO



2.1 – CRITERIOS DE DISEÑO

La elección del sistema de transporte óptimo, su correcto diseño, su utilización racional, dependen del conocimiento de las características constructivas y del comportamiento bajo carga de todos los componentes del propio sistema. Los factores principales que influyen en el dimensionado de una cinta transportadora son: la capacidad de transporte requerida, la granulometría, las características fisicoquímicas del material a transportar y el perfil altimétrico del recorrido.

A continuación se ilustran los criterios utilizados para determinar la velocidad y el ancho de la banda, para elegir la configuración de las estaciones, el tipo de rodillos a utilizar y dimensionamiento de los tambores.

2.1.1 MATERIAL A TRANSPORTAR

El diseño correcto de una cinta transportadora empieza con la evaluación de las características del material a transportar: en particular del ángulo de reposo y del ángulo de sobrecarga.

El ángulo de reposo de un material, definido también "ángulo de rozamiento natural", es el ángulo que la superficie de un amontonamiento, formado libremente, forma respecto al plano horizontal.



Figura 2.1. Angulo de reposo (β)

El ángulo de sobrecarga o *surchance angle* en idioma universal es el ángulo que forma la superficie del material respecto al plano horizontal sobre la banda en movimiento.

Este ángulo normalmente es de 5° - 15° (para algunos materiales, hasta 20°) inferior al ángulo de reposo.

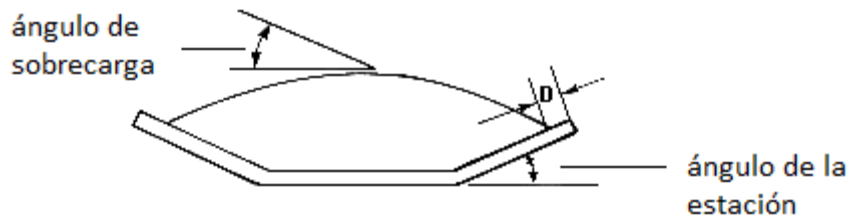


Figura 2.2. *Surchage angle* o ángulo de sobrecarga.

La siguiente tabla, ofrece la correlación entre las características físicas de los materiales y los correspondientes al ángulo de reposo.




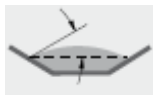
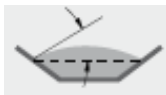

Fluidez					Perfil en la banda plana
Muy elevada	Elevada	Media		Baja	
Ángulo de sobrecarga β					
5 ° 	10 ° 	20 ° 	25 ° 	30 ° 	B 
Ángulo de reposo					
0-19 °	20-29 °	30-34 °	35-39 °	40 ° y mas	otros
Características del material					
Dimensión uniforme, partículas redondas muy pequeñas, muy húmedas, o muy secas como arena silíceas, cemento y hormigón húmedo, etc.	Partículas redondeadas, secas y lisas, con peso medio como, por ejemplo, semillas de cereales, trigo y judías	Material irregular, granular en tamaño de peso medio, como, por ejemplo, carbón de antracita, arcilla, etc.	Materiales típicos comunes, como por ejemplo, carbón bituminoso, grava, etc.	Material irregular, viscoso, fibroso y que tiende a entrelazarse (virutas de madera, arena etc.)	Pueden incluir material con cualquier característica indicada a continuación en la Tab 2.

Tabla 2.1. Características del material según su ángulo de reposo, sobrecarga y fluidez.

La Tabla 2.2. muestra las propiedades físicas y químicas de los materiales que hay que tomar en consideración en el diseño de una banda transportadora.

Tipo	Peso específico aparente t/m^3	Ángulo de reposo	Grado de abrasividad	Grado de corrosividad
Alúmina	0,80-1,04	22°	C	A
Amianto mineral o roca	1,296	-	C	A
Antracita	0.96	27°	B	A
Arcilla seca fina	1.60-1.92	35°	C	A
Arcilla seca a trozos	0.96-1.20	35°	C	A

Arena de fundición	1.44-1.60	39°	C	A
Arena húmeda	1.76-2.08	45°	A	A
Arena seca	1.44-1.76	35°	A	A
Asfalto fragmentado	0.72	-	A	A
Asfalto para juntas	1.28-1.36	-	B	A
Azúcar de caña natural	0.88-1.04	30°	B	B
Azúcar de melaza	0.88-1.04	30°	B	B
Azúcar en polvo	0.80-0.96	-	A	B
Azufre fragmentado hasta 13mm	0.80-0.6	-	A	C
Azufre fragmentado hasta 80 mm	1.28-1.36	-	A	C
Baquelita fina	0.48-0.64	-	A	A
Barita	2.88	-	A	A
Bauxita en bruto	1.28-1.44	31°	C	A
Bauxita seca	1.09	35°	C	A
Bentonita natural	0.80-0.96	-	B	A
Bicarbonato de sodio	0.656	42°	A	A
Bórax en bruto	0.96-1.04	-	B	A
Cal hasta 3 mm	0.96	43°	A	A
Cal hidratada hasta 3 mm	0.64	40°	A	A
Cal hidratada molida	0.51-0.64	42°	A	A
Caliza en polvo	1.28-1.36	-	B	A
Caliza fragmentada	1.36-1.44	35°	B	A
Caña de azúcar cortada	0.24-0.29	50°	B	A
Caolín hasta 80 mm	1.008	35°	A	A
Carbonato de bario	1.152	-	A	A
Carbón de calcio	1.12-.28	-	B	B
Carbón graso en bruto	0.72-0.88	38°	A	B
Carbón graso malla 50 mm	0.80-0.86	45°	A	B
Carbón negro en polvo	0.06-0.11	-	A	A
Carbón negro granulado	0.32-0.40	-	A	A
Carborundo hasta 80 mm	1.60	-	C	A
Cemento en bruto	1.60-1.76	-	B	A
Cemento Portland suave	0.96-1.20	39°	B	A
Ceniza de carb. Seco hasta 80 mm	0.56-0.64	40°	B	A
Ceniza de carb. Trit. hasta 80 mm	0.72-0.80	50°	B	P

Cenizas de sosa pesadas	0.88-1.04	32°	B	C
Cinc concentrado	1.20-1.28	-	B	A
Clinker de cemento	1.20-1.52	30-40°	C	A
Cloruro de magnesio	0.528	-	B	-
Cloruro de potasio en gránulos	1.92-2.08	-	B	B
Coque de petróleo calcinado	0.56-0.72	-	A	A
Coque polvo 6 mm	0.4-0.5	30-45°	C	B
Coque suave	0.37-0.56	-	C	B
Corcho	0.19-0.24	-	-	-
Criolita	1.76	-	A	A
Criolita en polvo	1.20-1.44	-	A	A
Cuarzo 40-80 mm	1.36-1.52	-	C	A
Cuarzo criba 13 mm	1.28-4.44	-	C	A
Cuarzo en polvo	1.12-1.28	-	C	A
Desechos de fundición	1.12-1.60	-	C	A
Dolomita fragmentada	1.44-1.60	-	B	A
Escorias de fundición fragment.	1.28-1.44	25°	C	A
Feldespatos criba 13 mm	1.12-1.36	38°	C	A
Feldespatos granulados 40-80 mm	1.44-1.76	34°	C	A
Fosfato ácido fertilizante	0.96	26°	B	B
Fosfato bicálcico	0.688	-	-	-
Fosfato bisódico	0.4-0.5	-		
Fosfato florida	1.488	27°	B	A
Fosfato natural en polvo	0.96	40°	B	A
Goma granulada	0.8-0.88	35°	A	A
Goma regenerada	0.40-0.48	32°	A	A
Granito, criba 13 mm	1.28-1.44	-	C	A
Granito granulados 40-50 mm	1.36-1.44	-	C	A
Grafito, copos	0.64	-	A	A
Grava	1.44-1.60	40°	B	A
Gres fragmentado	1.36-1.44	-	A	A
Guano seco	1.12	-	B	-
Hormigón	2.08-2.40	-	C	A
Hormigón con hierro	1.44-1.76	-	C	A
Jabón en polvo	0.32-0.40	-	A	A
Ladrillo	2	-	C	A

Lignito	0.64-0.72	38°	A	B
Magnesita fina	1.04-1.20	35°	B	A
Mármol fragmentado	1.44-1.52	-	B	A
Mineral de cinc calcinado	1.60	38°	-	-
Mineral de cobre	1.92-2.40	-	-	-
Mineral de cromo	2-2.24	-	C	A
Mineral de hierro	1.60-3.20	35°	C	A
Mineral de hierro fragment.	2.16-2.40	-	C	A
Mineral de manganeso	2.00-2.24	39°	B	A
Mineral de plomo	3.20-4.32	30°	B	B
Mineral de níquel	2.40	-	C	B
Nitrato de amonio	0.72	-	B	C
Nitrato de potasio, salitre	1.216	-	B	B
Nitrato de sodio	1.12-1.28	24°	A	-
Óxido de aluminio	1.12-1.92	-	C	A
Óxido de cinc pesado	0.48-0.58	-	A	A
Óxido de plomo	0.96-2.04	-	A	-
Óxido de titanio	0.40	-	B	A
Pirita de hierro 50-80 mm	2.16-2.32	-	B	B
Pirita pellets	1.92-2.06	-	B	B
Pizarra en polvo	1.12-1.28	35°	B	A
Pizarra fragmentada 40-80 mm	1.36-1.52	-	B	A
Poliestireno	0.64	-	-	-
Remolachas azuc. Pulpa natur.	0.40-0.72	-	A	B
Remolachas azuc. Pulpa seca.	0.19-0.24	-	-	-
Sal común seca	0.64-0.88	-	B	B
Sal común seca fina	1.12-1.28	25°	B	B
Sal de potasio silvinita	1.28	-	A	B
Saponita talco fina	0.64-0.80	-	A	A
Sulfato de aluminio granulado	0.864	32°	-	-
Sulfato de amonio	0.72-0.93	32°	B	C
Sulfato de cobre	1.20-1.36	31°	A	-
Sulfato de hierro	0.80-1.20	-	B	-
Sulfato de magnesio	1.12	-	-	-
Sulfato de manganeso	1.12	-	C	A
Sulfato de potasio	0.67-0.77	-	B	-
Superfosfato	0.816	45°	B	B
Talco en polvo	0.80-0.96	-	A	A

Talco en granos 40-80 mm	1.36-1.52	-	A	A
Talco de colín malla 100	0.67-0.90	45°	A	A
Tierra húmeda arcillosa	1.60-1.76	45°	A	A
Trigo	0.64-0.67	25°	A	A
Virutas de acero	1.60-2.40	-	C	A
Virutas de aluminio	0.11-0.24	-	B	A
Virutas de hierro fundido	2.08-3.20	-	B	A
Virutas de madera	0.16-0.48	-	A	A
Yeso en polvo	0.96-1.12	42°	A	A

Tabla 2.2. Propiedades físicas y químicas de los materiales.

2.1.2. VELOCIDAD DE LA BANDA

La velocidad máxima de funcionamiento de las cintas transportadoras ha alcanzado límites que eran impensables hasta hace algunos años. Las velocidades más elevadas han permitido incrementar los volúmenes transportados: a igualdad de carga, se han reducido las cargas de material por unidad lineal de transportador y, por tanto, los costes de las estructuras, de las estaciones portantes y de la banda.

Las características físicas de los materiales a transportar influyen de manera determinante la velocidad de funcionamiento.

Los materiales ligeros, tales como cereales y polvos de algunos minerales, permiten velocidades elevadas. Materiales cribados o preseleccionados pueden ser trasladados a velocidades de 8 m/s y superiores.

Con el aumento del tamaño del material, de su abrasividad y de su peso específico, es necesario reducir la velocidad de la banda. Materiales no triturados o no seleccionados pueden obligar a elegir velocidades de transporte más moderadas, del orden de

1,5 a 3,5 m/s. La cantidad de material por metro lineal que gravita sobre la banda viene dada por la siguiente expresión.

$$q_G = \frac{Iv}{3.6 \times v} \left[\frac{kg}{m} \right] \quad (2.1.)$$

Se utilizará q_G en la determinación de los esfuerzos tangenciales F_U .

Con el aumento de la velocidad v se podrá obtener la misma capacidad de transporte Iv con un menor ancho de la banda (es decir, con una estructura del transportador más sencilla) así como con menor carga por unidad lineal, y por tanto con esfuerzo de rodillos y estaciones portantes reducidos, y menor tensión de la banda.

Sin embargo, las bandas más anchas permiten, a igualdad de capacidad de transporte, menores velocidades, presentando menor peligro de salida de material, de avería de la banda o atasco de la tolva.

Según datos experimentales, se indica en la *Tabla 2.3* las velocidades máximas aconsejables en función tanto de las características físicas y del tamaño de los materiales a transportar, como del ancho de la banda.

Tamaño Dimensiones máximas		Banda Ancho mín	Velocidad max			
uniforme hasta mm	mixto hasta mm	mm	A m/s	B	C	D
50	100	400	2.5	2.3	2	1.65
125	200	650	3	2.75	2.38	2
170	300	800	3.5	3.2	2.75	2.35
250	400	1000	4	3.65	3.15	2.65
400	600	1400	4.5	4	3.5	3
500	700	1800	5	4.5	3.5	3
600	800	2200	6	5	4.5	4
A- Materiales ligeros deslizables, no abrasivos, peso específico de $0.5 \div 1,0 \text{ t/m}^3$ B- Materiales no abrasivos de tamaño medio, peso específico de $1,0 \div 1,5 \text{ t/m}^3$ C- Materiales medianamente abrasivos y pesados, peso específico de $1,5 \div 2 \text{ t/m}^3$ D- Materiales abrasivos, pesados y cortantes $> 2 \text{ t/m}^3$						

Tabla 2.3. Velocidades máximas aconsejables según las características del material a transportar.

Entre los factores que limitan la velocidad máxima de un transportador se cita.

- La inclinación de la banda en el punto de carga: cuanto mayor es la inclinación mayor es el tiempo de turbulencia (rodadura) del material antes de que se asiente en la banda. Este fenómeno es un factor que limita la velocidad máxima de funcionamiento del transportador, ya que produce el desgaste prematuro de la cubierta de la banda.
- La ocurrencia de una acción abrasiva repetida del material sobre la banda, que viene dada por el número de pasadas de una determinada sección de la banda debajo de la tolva de carga, es directamente proporcional a la velocidad de la banda e inversamente proporcional a su longitud.

2.1.3. ANCHO DE LA BANDA

Una vez establecida, con la ayuda de la *Tabla 2.3*, la velocidad óptima de la banda, la determinación de su ancho se lleva a cabo principalmente en función de la cantidad de material a transportar, generalmente indicada en los datos base del diseño, de la carga de rotura y de la inclinación de los rodillos como se puede ver en la *Tabla 2.4*.

De todos modos hay que destacar también que el ancho de banda tiene que ser el suficiente para impedir caídas del material de mayor tamaño.

Carga de rotura	Ancho de banda		
	$\lambda = 20/25^\circ$ mm	$\lambda = 30/35^\circ$ mm	$\lambda = 45^\circ$ mm
250	400	-	-
400	400	400	450
500	450	450	500
630	500	500	600
800	500	600	650
1000	600	650	800
1250-1600	600	800	1000

Tabla 2.4. Velocidades máximas aconsejables según las características del material a transportar.

*Para bandas con cargas superiores a las indicadas en la tabla, es aconsejable consultar los fabricantes de banda.

2.1.3.1 Capacidad de transporte volumétrica I_M

La capacidad transporte en volumen de la banda viene dada por la fórmula

$$I_M = \frac{Iv}{qs} \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad (2.2.)$$

Así pues, se puede definir

$$I_{VT} = \frac{I_M}{v} \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad (2.3.)$$

- Como capacidad de transporte volumétrica, a una velocidad de un metro por segundo.

Mediante la siguiente tabla se determina qué ancho de banda cumple con la capacidad de transporte volumétrica I_M requerido por los datos de diseño en relación con la forma de la estación, con la inclinación de los rodillos, con el ángulo de sobrecarga del material y con la velocidad.

Ancho Banda mm	Angulo de sobrecarga β	LVT m ³ /h				
		$\lambda = 20^\circ$	$\lambda = 25^\circ$	$\lambda = 30^\circ$	$\lambda = 35^\circ$	$\lambda = 45^\circ$
300	5 °	13.3	15.1	17.2	18.7	21.6
	10 °	16.9	18.7	20.5	21.6	24.4
	20 °	24.4	26.2	27.7	28.8	30.6
	25 °	27.7	30.2	31.6	32.4	33.8
	30 °	33.4	34.9	36.0	36.3	37.8
400	5 °	28.0	32.4	36.6	39.6	45.7
	10 °	35.2	29.2	43.2	45.3	51.4
	20 °	50.4	54.3	57.2	59.4	66.3
	25 °	56.8	62.2	65.1	66.6	69.8
	30 °	67.7	70.9	73.4	74.5	77.0
500	5 °	47.8	55.8	62.6	68.0	78.4
	10 °	60.1	67.3	73.4	79.4	87.4
	20 °	85.3	91.8	97.2	101.1	106.9
	25 °	96.1	104.7	108	112.6	117.7
	30 °	114.1	119.1	123.8	126	129.6
650	5 °	87.8	101.8	114.4	124.9	143.2
	10 °	104	122.4	134.2	142.9	159.1
	20 °	154.4	166.3	176.4	183.6	193.6
	25 °	174.2	189.7	198.7	204.4	212.4
	30 °	205.5	215.2	223.5	227.8	233.6
800	5 °	139.6	162.	182.1	198.3	227.1
	10 °	173.6	194.4	212.7	226.8	252
	20 °	244	262.8	278.2	290.1	306
	25 °	275	299.1	313.2	322.9	334.8
	30 °	324	339.4	352.4	359.2	367.9
1000	5 °	227.1	263.8	296.2	322.9	368.6
	10 °	281.1	315.3	345.6	368.6	408.6
	20 °	394.9	425.5	450.7	469.8	494.6
	25 °	444.9	483.8	506.5	522	541
	30 °	523.4	548.6	569.1	580.6	594
1200	5 °	335.8	389.8	438.	477	545
	10 °	415	465.4	510.1	543.9	602.6

1400	20 °	581.7	627.1	664.2	692.6	728.2
	25 °	655.2	712.8	745.9	768.9	795.9
	30 °	770.4	807.4	837.7	855	873
	5 °	465.8	540.7	606.	661.3	753.8
	10 °	574.9	644.7	706.3	753.4	834.1
	20 °	804.9	867.6	918.7	957.9	1006.9
	25 °	906.4	985.3	1031.4	1063.4	1100.1
	30 °	1064.8	11146.3	1157.7	1181.8	1206.3

Tabla 2.5. Capacidad de transporte volumétricas para $v = 1$ m/s y con estaciones de 3 rodillos.

a- Capacidad de transporte volumétrica corregida con factores de inclinaciones y de alimentación.

En caso de bandas inclinadas, los valores de capacidad de transporte volumétrica I_{VT} [m^3/h] se tienen que corregir según la siguiente relación.

$$I_{VM} = I_{VT} \times K \times K_1 \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad (2.4.)$$

El factor de inclinación K que se incluye en el informe, tiene en cuenta la reducción de sección del material transportado por la banda cuando el transporte está en pendiente.

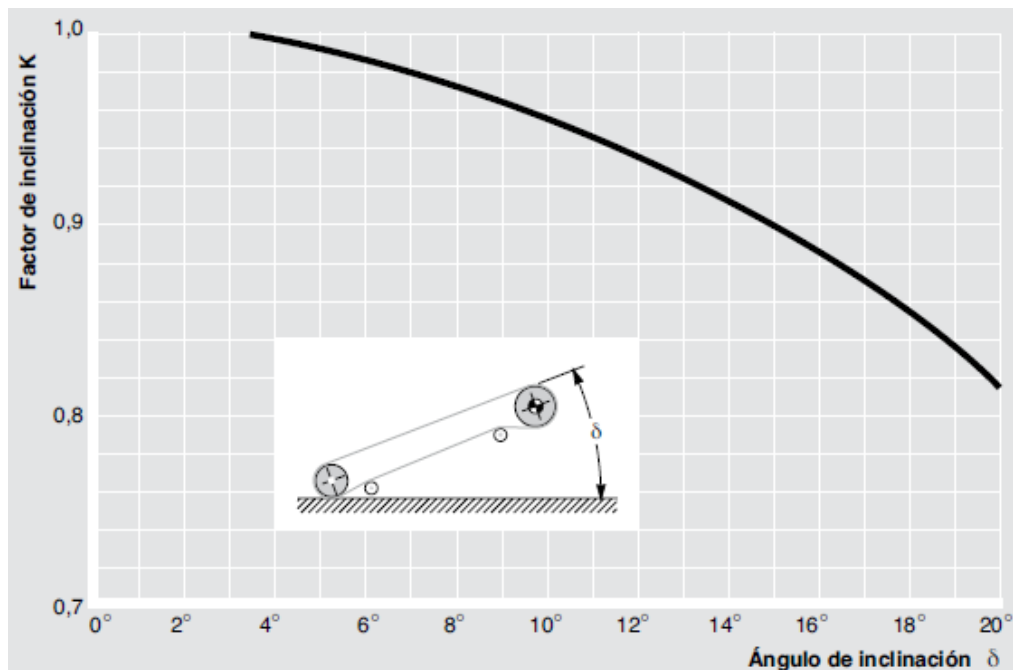


Figura 2.3. Factor de inclinación K

En general, también es necesario tener en cuenta el tipo de alimentación, es decir, su constancia y regularidad, introduciendo un factor de corrección K_1 , cuyos valores son.

- $K_1 = 1$ para alimentación regular
- $K_1 = 0.95$ para alimentación poco regular
- $K_1 = 0.90 \div 0.80$ para alimentación muy irregular

Una vez establecido el ancho de banda, se verificará que la relación ancho de banda / máximo tamaño del material cumpla la siguiente relación:

$$\text{ancho de banda} \geq 2,5 \text{ máx tamaño} \quad (2.5.)$$

2.1.4. PASO Y DISTANCIAS DE TRANSICION DE LAS ESTACIONES

En las bandas transportadoras el paso a_o , más usado normalmente para las estaciones de ida es de un metro, mientras que para el retorno es de tres metros a_u .

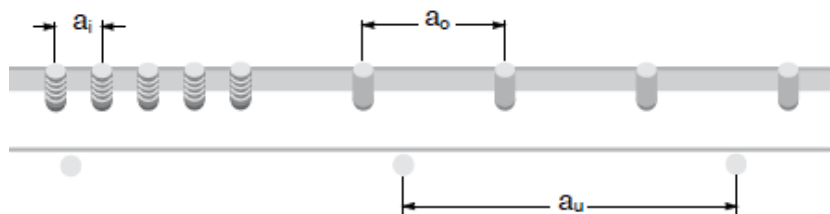


Figura 2.4. Paso entre estaciones

La flecha de flexión de la banda, entre dos estaciones portantes consecutivas, no tiene que superar el 2% del paso. Una flecha de flexión mayor genera, durante la carga, salidas de material desde la banda y excesivos rozamientos debidos a las deformaciones de la masa del material transportado. Esto origina no sólo trabajo o absorción de potencia superiores, sino también esfuerzos anómalos de los rodillos, así como un desgaste prematuro de la cubierta de la banda.

La *Tabla. 2.6* propone de todos modos el paso máximo aconsejable de las estaciones en funcionamiento, del ancho de la banda y del paso específico del material para mantener la flecha de flexión de la banda dentro de los límites indicados. Además, el paso puede ser limitado también por la capacidad de carga de los rodillos mismos.

En los puntos de carga, el paso es generalmente la mitad, o menos, del de las estaciones normales, a fin de limitar lo más posible la flexión de la banda y los esfuerzos en los rodillos.

Ancho de banda	Paso de las estaciones			
	Ida Peso específico del material a transportar t/m^3			Retorno
m	< 1,2 m	1,2 ÷ 2 m	> 2 m	m
300	1,65	1.50	1.40	3.0
400				
500				
650				
800	1.50	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0
1200	1.20	1.00	0.80	3.0
1400				
1600				
1800				
2000	1.00	0.80	0.70	3.0
2200				

Tabla 2.6. Paso máximo aconsejable para las estaciones.

2.1.4.1. Distancia de transición

Al espacio existente entre la última estación de rodillos adyacente al tambor de cabeza o de cola de una cinta transportadora y los tambores mismos, se le llama distancia de transición.

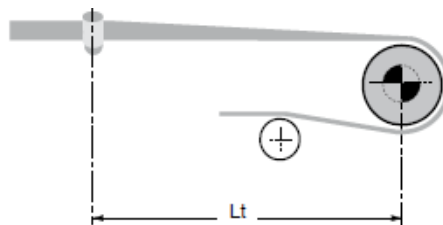


Figura 2.5. Distancia de transición.

A lo largo de este tramo la banda pasa de la configuración de artesa, determinada por los ángulos de las estaciones portantes, a la plana del tambor y viceversa.



Figura 2.6. Cambio de configuración de la banda arriba en artesa abajo plana.

Con ello, los bordes de la banda son sometidos a una tensión adicional, que actúa sobre los rodillos laterales. Generalmente la distancia de transición no tiene que ser inferior al ancho de la banda a fin de evitar sobreesfuerzos.

En caso de que la distancia de transición L_t sea superior al paso de las estaciones portantes, es conveniente introducir en el tramo de transición y en estaciones con ángulo decrecientes unos rodillos laterales (llamadas estaciones de transición). De este modo la banda pasa gradualmente de la configuración de artesa a la plana, evitando así tensiones perjudiciales.

El diagrama de la *figura 2.5* permite determinar la distancia de transición L_t (en función del ancho de la banda y del ángulo λ de las estaciones portantes), para bandas reforzadas con productos textiles EP (poliéster) y para bandas reforzadas con elementos metálicos tipo Steel Cord (ST).

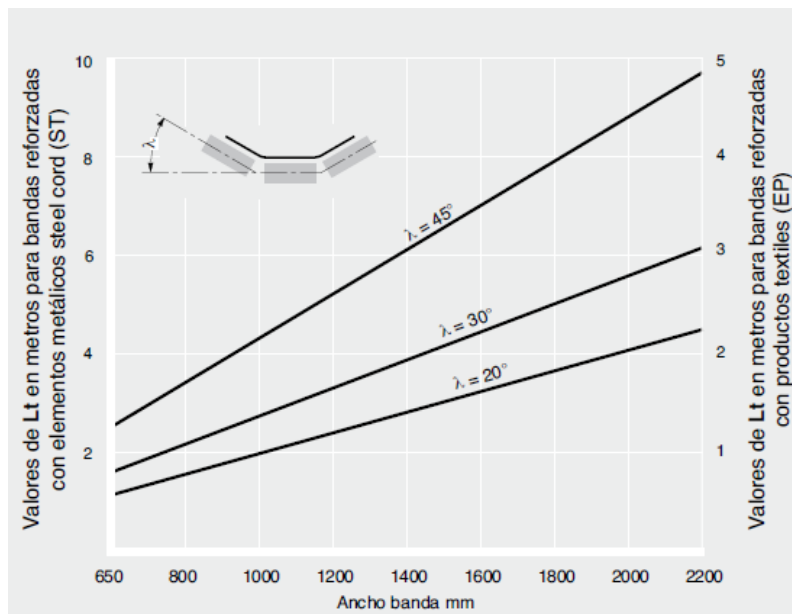


Figura 2.7. Cambio de configuración de la banda arriba en artesa abajo plana.

2.1.5. ESFUERZO TANGENCIAL, POTENCIA MOTRIZ, RESISTENCIAS PASIVAS, PESO DE LA BANDA Y TENSIONES EXISTENTES

El primer paso prevé el cálculo del esfuerzo tangencial total F_U en la periferia del tambor motriz. El esfuerzo tangencial total tiene que vencer todas las resistencias que se oponen al movimiento y está constituido por la suma de los siguientes esfuerzos.

- Esfuerzo necesario para mover la banda descargada.
- Esfuerzo necesario para vencer las resistencias contrarias al desplazamiento horizontal.
- Esfuerzo necesario para elevar el material hasta la cota deseada
- Esfuerzos necesarios para vencer las resistencias secundarias debidas a la presencia de accesorios.

Así pues el esfuerzo tangencial total F_U en la periferia del tambor motriz vendrá dado por:

$$F_U = L \times Cq \times Ct \times f(2q_b + q_G + q_{RU} + q_{RO}) \pm (q_G \times H) \quad (2.6.)$$

*Para cintas transportadoras descendentes, utilícese en la fórmula del signo (-)

Cuando se requiere el cálculo de una cinta transportadora con perfil altimétrico variado, es conveniente que el esfuerzo tangencial total se subdivide en los esfuerzos Fa (esfuerzo tangencial de ida) e inferior Fr (esfuerzo tangencial de retorno), necesarios para mover cada uno de los tramos de perfil constante que componen la banda.

$$F_U = (Fa_1 + Fa_2 + Fa_3 \dots) + (Fr_1 + Fr + Fr_3 \dots)$$

Donde Fa y Fr se definen mediante las ecuaciones 2.8 y 2.9.

$$Fa = [L \times Cq \times Ct \times f (q_b + q_G + q_{RO}) \pm (q_G + q_b) \times H] \times 0.981 \text{ [daN]} \quad (2.8.)$$

$$Fr = [L \times Cq \times Ct \times f (q_b + q_{RU}) \pm (q_b \times H)] \times 0.981 \text{ [daN]} \quad (2.9.)$$

*Se utilizara el signo positivo (+) para el tramo de banda ascendente y negativo (-) para el tramo descendente.

2.1.5.1. Potencia motriz

Conocidos el esfuerzo tangencial total en la periferia del tambor motriz, la velocidad de la banda y el rendimiento η del reductor, la potencia mínima necesaria del motor vendrá dada por.

$$P = \frac{F_U \times v}{100 \times \eta} \text{ [KW]} \quad (2.10.)$$

2.1.5.2. Resistencias pasivas

Las resistencias pasivas se expresan mediante coeficientes proporcionales a la longitud de la cinta transportadora, a la temperatura ambiente, a la velocidad, al tipo de mantenimiento, a la limpieza y a la fluidez, al rozamiento interior del material y a la inclinación de la banda transportadora.

Distancia entre ejes m	Cq
10	4,5
20	3,2
30	2,6
40	2,2
50	2,1
60	2,0

Tabla 2.7. Coeficiente de resistencias fijas

Temperatura °C	Ct
+ 20°	1
+10°	1,01
0	1,04
-10°	1,10
-20°	1,16
-30°	1,27

Tabla 2.8. Coeficiente de las resistencias pasivas debidas a la temperatura

Cintas transportadoras horizontales, ascendentes o ligeramente descendentes	Velocidad m/s					
	1	2	3	4	5	6
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores estándares	0,0160	0,0165	0,0170	0,0180	0,0200	0,0220
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores altos en condiciones de trabajo difíciles	Desde 0,023 hasta 0,027					
Elementos giratorios de cintas transportadoras descendentes con motor freno y/o generador	Desde 0,012 hasta 0,016					

Tabla 2.9. Coeficiente de rozamiento interior f del material y de los elementos giratorios.

2.1.5.3. Peso de la banda por metro lineal q_b

El peso total de la banda se puede obtener sumándole al peso del núcleo de la banda, el del revestimiento. Para ello utilizaremos la siguiente tabla.

Carga de rotura de la banda N/mm	Banda reforzada con EP Kg/m ²	Con elemento metálicos (ST) Kg/m ²
200	2,0	-
250	2,4	-
315	3,0	-
400	3,4	-
500	4,6	5,5
630	5,4	6,0
800	6,6	8,5
1000	7,6	9,5
1250	9,3	10,4
1600	-	13,5
2000	-	14,8
2500	-	18,6
3150	-	23,4

*Los pesos del núcleo de la banda reforzada con productos textiles o metálicos se dan a título indicativo en relación con la clase de resistencia.

Tabla 2.10. Coeficiente de rozamiento interior f del material y de los elementos giratorios.

En la siguiente tabla se indican los pesos aproximados de las partes giratorias de una estación superior de tres rodillos y de una estación inferior plana. El peso de las partes giratorias superior q_{RO} e inferior q_{RU} vendrá dado por.

$$q_{RO} = \frac{P_{prs}}{a_o} \left[\frac{kg}{m} \right] \quad (2.11.)$$

$$q_{RU} = \frac{P_{pri}}{a_u} \left[\frac{kg}{m} \right] \quad (2.12.)$$

Ancho banda mm	Diámetros rodillos mm									
	89		108		133		159		194	
	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri
400	-	-	-							
500	4,1	3,7	-							
650	9,1	6,5	-							
800	10,4	7,8	16,0	11,4	-					
1000	11,7	9,1	17,8	13,3	23,5	17,5				
1200			20,3	15,7	26,7	20,7	-			
1400					29,2	23,2	-			
1600					31,8	25,8	-			
1800							47,2	38,7	70,5	55,5
2000							50,8	42,2	75,3	60,1
2200							-	-	-	-

Tabla 2.11. Peso de las partes giratorias de los rodillos de las estaciones (sup/inf).

2.1.6. TENSION DE LA BANDA

2.1.6.1. Tensiones T_1 y T_2

El esfuerzo tangencial total F_U en la periferia del tambor motriz corresponde a la diferencia de las tensiones T_1 (lado tenso) y T_2 (lado lento). Esto se deriva del par motriz necesario para que se mueva la banda y transmitido por el motor.

Entre T_1 y T_2 subsiste la relación

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{fa} \quad (2.13.)$$

El signo ($=$) define la condición límite de adherencia. Si la relación T_1/T_2 se vuelve $> e^{fa}$, la banda patina en el tambor motriz sin que se transmita el movimiento.

Además se puede obtener las ecuaciones siguientes.

$$T_1 = F_U + T_2 \quad (2.14.)$$

$$T_2 = F_U \frac{1}{e^{fa} - 1} = F_U \times Cw \quad (2.15.)$$

El valor Cw , que definiremos factor de abrazamiento, es función del ángulo de abrazamiento de la banda en el tambor motriz (puede alcanzar los 420° cuando se tiene un doble tambor) y del valor del coeficiente de rozamiento fa entre la banda y del tambor.

En la siguiente Tabla se observa los valores de abrazamiento C_w en función del ángulo de abrazamiento, del sistema de tensión y uso de tambor con o sin revestimiento.

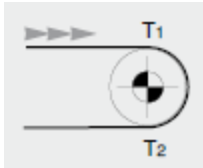
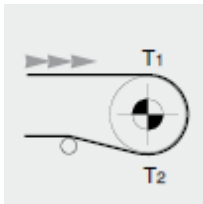
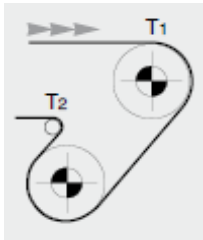
Tipo de motorización	Ángulo de abrazamiento α	Tensor de contrapeso		Tensor de tornillo tambor	
		Sin revest.	Con revest.	Sin revest.	Con revest.
	180°	0,84°	0,50	1,20	0,80
	200°	0,72	0,42	1,00	0,75
	210°	0,66	0,38	0,95	0,70
	220°	0,62	0,35	0,90	0,65
	240°	0,54	0,30	0,80	0,60
	380°	0,23	0,11	-	-
	420°	0,18	0,08	-	-

Tabla 2.12. Valores de factor de abrazamiento según ángulo.

Una vez establecido el valor de las tensiones T_1 y T_2 analizaremos las tensiones de la banda en otras zonas críticas de la banda transportadora, es decir.

- Tensión T_3 correspondiente al tramo lento del contratambor
- Tensión T_0 mínima en la cola, en la zona de carga del material
- Tensión T_g de la banda en el punto de situación del dispositivo de tensión;
- Tensión T_{max} máxima de la banda.

2.1.6.2. Tensión T_3

La tensión T_3 que se genera al acercarse al contratambor (*figura 2.8*) viene dada por la suma algebraica de la tensión T_2 y de los esfuerzos tangenciales Fr correspondientes a cada uno de los tramos de retorno de la banda.

Por tanto, la tensión T_3 viene dada por.

$$T_3 = T_2 + (Fr_1 + Fr_2 + Fr_3 \dots)[daN] \quad (2.16.)$$

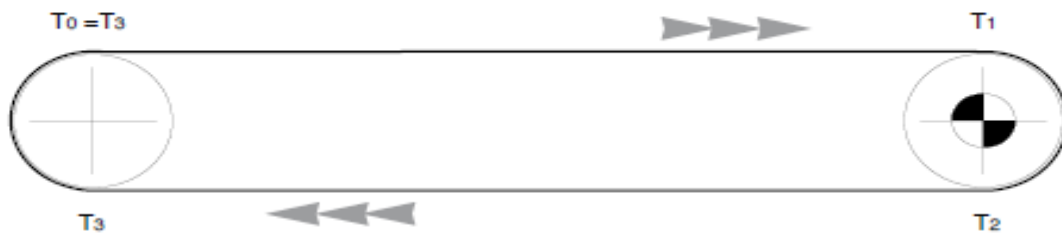


Figura 2.8. Tensiones que afectan a la banda

2.1.6.3. Tensión T_0

La tensión T_3 mínima requerida, al alejarse del contratambor, además de garantizar la adherencia de la banda con el tambor motriz, para transmitir el movimiento, tiene que tener una flecha de flexión de la banda, entre dos estaciones portantes consecutivas, que no supere el 2% del paso de las estaciones mismas. Esto sirve para evitar desbordamientos de material de la banda y excesivas resistencias pasivas, causadas por la dinámica del material con el paso por las estaciones.

La tensión T_0 mínima necesaria para mantener un valor de flecha del 2% viene dada por la siguiente relación.

$$T_0 = 6,25(q_b + q_g) \times a_o \times 0,981[daN] \quad (2.17.)$$

La fórmula deriva de la aplicación y de la necesaria simplificación de la teoría, de la llamada “catenaria”.

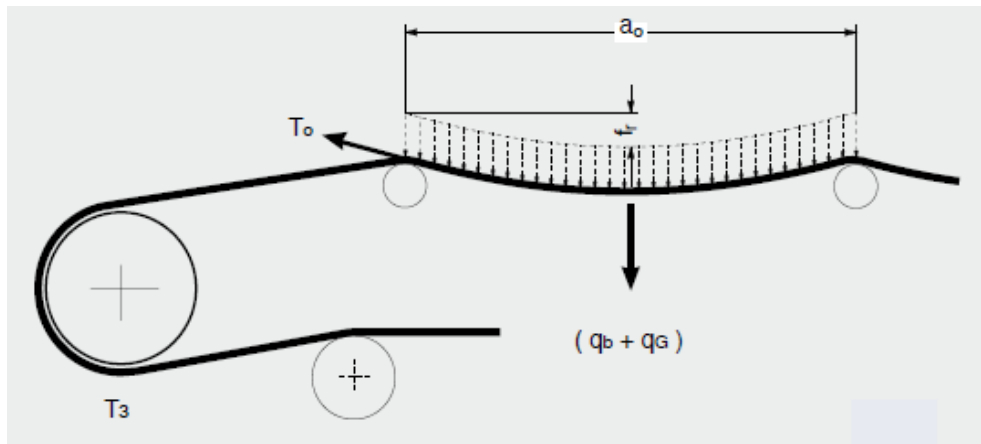


Figura 2.9. Esquema de cargas.

2.1.6.4. Tensión T_g

Para cintas transportadoras con una distancia entre ejes superior, se utilizan dispositivos de tensión por contrapeso o por cabrestante en caso de espacios reducidos. A continuación se examinarán ejemplos típicos de dispositivos de tensión.

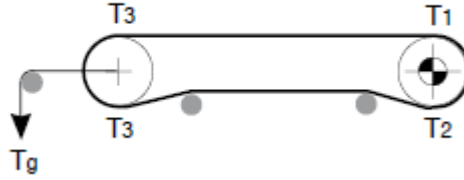


Figura 2.10. Tensión debida al contrapeso (1). Ec.12

$$T_g = 2(T_3)[daN] \quad (2.18.)$$

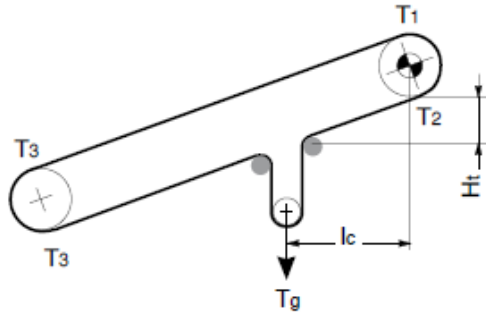


Figura 2.11. Tensión debida al contrapeso (2). Ec.13.

$$T_g = 2T_2 + 2[I_C \times Cq \times Ct \times f](q_b + q_{RU}) \pm (Ht \times q_b)]0,981 [daN] \quad (2.19.)$$

En estas configuraciones las tensiones queda asegurada por el contrapeso.

2.1.6.5. Cargas de trabajo y de rotura de la banda

La T_{max} se utiliza para calcular la tensión unitaria máxima de la banda Tu_{max} dada por.

$$Tu_{max} = \frac{T_{max} \times 10}{N} [N/mm] \quad (2.20.)$$

Como criterio de seguridad, hay que considerar que la carga de trabajo máxima en régimen para bandas reforzadas con productos textiles corresponde a 1/10 de la carga de rotura de la banda (1/8 para banda reforzadas con elementos metálicos).

2.1.7. DIMENSIONAMIENTO DE TAMBORES

El dimensionado del diámetro de los tambores de mando está en estrecha relación con las características de resistencia de la pieza intercalada de la banda utilizada. En la siguiente tabla se encuentran los diámetros mínimos recomendados.

Carga de rotura de la banda N/mm	Bandas reforzadas con productos textiles DIN 22102			Bandas reforzadas con elementos metálicos ST DIN 22131		
	Ø tambor motriz mm	Contra-tambor	Desviador	Ø tambor motriz mm	Contra-tambor	Desviador
200	200	160	125	-	-	-
250	250	200	160	-	-	-
315	315	250	200	-	-	-
400	400	315	250	-	-	-
500	500	400	315	-	-	-
630	630	500	400	-	-	-
800	800	630	500	630	500	315
1000	1000	800	630	630	500	315
1250	1250	1000	800	800	630	400
1600	1400	1250	1000	1000	800	500
2000	-	-	-	1000	800	500
2500	-	-	-	1250	1000	630
3150	-	-	-	1250	1000	630

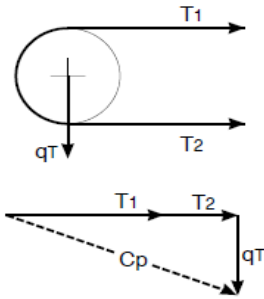
*Diámetros mínimos recomendados para los tambores en mm, hasta 100% de carga de trabajo máxima recomendada RMBT ISO bis/3654. El rango de temperaturas en el que se puede utilizar es +100/-40 ° C.

Tabla 2.13. Valores estandarizados de diámetro de tambores.

2.1.7.1. Dimensionado del eje del tambor motriz y contratambor

El eje del tambor motriz está sujeto a flexiones con fatiga alterna y a torsión. Para calcular el diámetro, habrá que determinar por tanto el momento de flexión M_f y el momento de torsión M_t .

El momento de flexión del eje está generado por la resultante de la suma vectorial de las tensiones T_1 y T_2 y del peso del tambor q_T .



El dimensionado del diámetro del eje requiere la determinación de algunos valores. Éstos son: la resultante de las tensiones ***Cp***, el momento de flexión ***Mf***, el momento de torsión ***Mt***, el momento ideal de flexión ***Mif*** y el módulo de resistencia ***W***.

Actuando en orden se obtiene.

$$Cp = \sqrt{(T_1 + T_2)^2 + q_t^2} \text{ [daN]} \quad (2.21.)$$

$$Mf = \frac{Cp}{2} \times a_g \text{ [daNm]} \quad (2.22.)$$

$$Mt = \frac{P}{n} \times 954,9 \text{ [daNm]} \quad (2.23.)$$

$$Mif = \sqrt{(Mf^2 + 0,75Mt^2)} \text{ [daNm]} \quad (2.24.)$$

$$Mf = \frac{Mif \times 1000}{\sigma_{amm}} \text{ [mm}^3\text{]} \quad (2.25.)$$

$$W = \frac{\pi}{32} \times d^3 \text{ [mm}^3\text{]} \quad (2.26.)$$

De la combinación de las ecuaciones anteriores y despejando la *ecuación* 2.27 obtenemos la siguiente.

$$d = \sqrt[3]{\frac{W \times 32}{\pi}} \text{ [mm]} \quad (2.27.)$$

A continuación se muestra una tabla con los valores de **σ** admisibles.

Tipo de acero	daN/mm ²
38 NCD	12,2
C 40 Bonificado	7,82
C 40 Normalizado	5,8
Fe 37 Normalizado	4,4

Tabla 2.14. Valores de σ admisibles.

2.1.8. ELECCION DEL DIAMETRO DE LOS RODILLOS

Se ha comentado anteriormente que uno de los factores más importantes a considerar en el diseño de una cinta transportadora es la velocidad de traslación de la banda en relación con las condiciones de transporte requeridas. Con la velocidad de la banda y el diámetro de los rodillos se establece el número de revoluciones de los mismos según la *ecuación 22*. Además en la siguiente Tabla podemos observar la velocidad máx. permitida para según que diámetro.

$$n = \frac{v \times 1000 \times 60}{D \times \pi} \text{ [rpm]} \quad (2.28.)$$

Rodillo diámetro mm	Velocidad de la banda m/s	n rpm
50	1,5	573
63	2,0	606
76	2,5	628
89	3,0	644
102	3,5	655
108	4,0	707
133	5,0	718
159	6,0	720
194	7,0	689

Tabla 2.15. Velocidad máxima y rpm de los rodillos.

La elección correcta del diámetro tiene que considerar, además, el ancho de la banda, en la *Tabla 2.16* se indican los diámetros de los rodillos aconsejables.

Ancho banda mm	Para velocidad								
	$\leq 2\text{ m/s}$			$2\div 4\text{ m/s}$			$\geq 4\text{ m/s}$		
	\varnothing rodillos mm			\varnothing rodillos mm			\varnothing rodillos mm		
500	89			89					
650	89			89	108				
800	89	108		89	108	133	133		
1000	108	133		108	133		133	159	
1200	108	133		108	133	159	133	159	
1400	108	133		108	133		133	159	
1600	108	133		108	133	194	133	159	194
1800	159	159	194	159	194				
2000	159	194		159	194		159	194	
2200 y superior	194			194			194		

*En caso de que se indicaran más diámetros, se elegirá en función del tamaño del material y de la dificultad de las condiciones de empleo.

Tabla 2.16. Diámetro del rodillo según velocidad y ancho de banda.

2.1.8.1. Elección en relación con la carga

El tipo y la dimensión de los rodillos a utilizar en una banda transportadora dependen esencialmente del ancho de la banda misma, del paso de las estaciones y sobre todo de la carga máxima que gravita sobre los rodillos sometidos a mayores esfuerzos, así como a otros factores correctores. Esos factores correctores veremos cómo se obtienen en las siguientes tablas.

0° 	20° 	20° 	30° 	35° 	40° 	45° 	30-45° 	60°
1,00	0,50	0,60	0,65	0,67	0,70	0,72	0,55-0,60 <i>Rodillo central más pequeño</i>	0,40

Tabla 2.17. Factor de participación del rodillo sometido a mayor tensión.

Condiciones	Fm
Limpio y con mantenimiento regular	0,9
Con presencia de material abrasivo o muy corrosivo	1,0
Con presencia de material muy abrasivo o corrosivo	1,1

Tabla 2.19. Factor ambiental

Duración	F _s
Menos de 6 horas al día	0,8
De 6 a 9 horas al día	1,0
De 10 a 16 horas al día	1,1
Más de 16 horas al día	1,2

Tabla 2.18. Factor de servicio

Tamaño del material	Velocidad de la banda m/s						
	2	2,5	3	3,5	4	5	6
0 ÷ 100 mm	1	1	1	1	1	1	1
100 ÷ 150 mm	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,13	1,18
150 ÷ 300 mm <i>En estrato de material fino</i>	1,04	1,06	1,09	1,12	1,16	1,24	1,33
150 ÷ 300 mm <i>Sin estrato de material</i>	1,06	1,09	1,12	1,16	1,21	1,35	1,50
300 ÷ 450 mm	1,20	1,32	1,50	1,70	1,90	2,30	2,80

Tabla 2.20. Factor de choque

Velocidad banda m/s	Diámetros de los rodillos mm						
	60	76	89-90	102	108-110	133-140	159
0,50	0,81	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
1,0	0,92	0,87	0,85	0,83	0,82	0,80	0,80
1,5	0,99	0,99	0,92	0,89	0,88	0,85	0,82
2,0	1,05	1,00	0,96	0,95	0,94	0,90	0,86
2,5			1,01	0,98	0,97	0,93	0,91
3,0			1,05	1,03	1,01	0,96	0,92
3,5					1,04	1,00	0,96
4,0					1,07	1,03	0,99
4,5					1,14	1,05	1,02
5					1,17	1,08	1,00

Tabla 2.21. Factor de velocidad.

Duración teórica de los diseño de los rodamientos	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	100.000
Coeficiente con base 30.000 horas	1,440	-	1,000	0,909	0,843	0,670
Coeficiente con base 10.000 horas	1	0,79	0,69	0,63	-	

Tabla 2.22. Coeficiente de duración teórica de los rodamientos.

2.1.8.2. Determinación de la carga

Una vez definido el diámetro del rodillo en relación con la velocidad y con el número de revoluciones, hay que determinar la carga estática en las estaciones de ida, que se determina con las siguientes fórmulas (*ecuación 2.30 de ida y ecuación 2.31 de retorno*).

$$Ca = a_o \times \left(q_b + \frac{lv}{3,6 \times v} \right) 0,981 \text{ [daN]} \quad (2.29.)$$

$$Cr = a_u \times q_b \times 0,981 \text{ [daN]} \quad (2.30.)$$

Multiplicando luego por los factores de funcionamiento, se obtiene la carga dinámica en la estación.

$$Ca_1 = Ca \times Fd \times Fs \times Fm \text{ [daN]} \quad (2.31.)$$

$$Cr_1 = Cr \times Fs \times Fm \times Fv \text{ [daN]} \quad (2.32.)$$

A continuación se multiplica por el factor de participación para obtener la carga sobre el rodillo sometido a mayor esfuerzo.

$$ca = Ca_1 \times Fp \text{ [daN]} \quad (2.33.)$$

$$cr = Cr_1 \times Fp \text{ [daN]} \quad (2.34.)$$

Una vez establecidos los valores de **ca** y **cr**, se buscarán en el catálogo los rodillos (con el diámetro elegido anteriormente) que tengan una capacidad de carga suficiente.

Así pues el dimensionamiento de la cinta que atañe al presente proyecto se detalla, en base a esta metodología descrita, en el anexo **9.1.1-Calculo de la cinta y rodillos**.

2.2 – SELECCION DE LAS PIEZAS DE LA CINTA

En esta parte del segundo capítulo se escogerá de los proveedores de Euromeca las diferentes partes de la cinta transportadora, cumpliendo todos los cálculos ya terminados.

Rulmeca grupo fue fundada in 1962, y ha crecido hasta ser uno de los líderes del mercado en suministro de materiales para la industria. Con sus tres marcas (Rulmeca, Precismeca y Melco) este grupo es el suministrador más grande de rodillos y poleas para trabajos de transporte de material. Este grupo cuenta con más de 1200 empleados en 85 países.

2.2.1. ELECCION DE LOS RODILLOS

Siguiendo los todos los cálculos previos se sabe que el diámetro del rodillo debe ser de 89 milímetros. En el catálogo de Rulmeca se barajaron diferentes opciones entre diferentes series de rodillos como se explica a continuación.

- **PSV:** Los rodillos PSV están particularmente indicados para cintas transportadoras que trabajan en condiciones muy difíciles, donde se producen cargas de trabajo elevadas y se transporta material de gran tamaño; a su vez, dadas sus características constructivas, requieren una manutención reducida.

Los campos típicos de aplicación son: minas, canteras, cementeras, centrales eléctricas de carbón e instalaciones portuarias.

La eficacia del sistema de sellado de los rodillos PSV los convierte en la solución ideal para ambientes donde hay presencia de polvo, suciedad, agua, con temperaturas bajas o altas, o donde exista un amplio salto de temperatura entre día y noche.



Figura 2.13. Rodillo clase PSV para la ida (derecha) y retorno (izquierda)

- **PL/PLF:** Los rodillos PL/PLF son comúnmente usados en el transporte de materiales muy corrosivos, y donde la dificultad de las condiciones de trabajo prevalece: industrias de extracción y minas de sal, industrias químicas, fábricas de fertilizantes y ambientes marinos que requieren rodillos resistentes a corrosión.

Estos rodillos demuestran resistencia a la presencia de altas humedades y agua, y también en ambientes donde la corrosión hace presencia.

Esta serie tiene un precio más elevado que la serie PSV siendo además sus características no requeridas, con lo cual, **se descarta esta serie.**



Figura 2.14. Rodillo clase PL/PLF.

- **MPS-M:** Son rodillos que combinan los requisitos de alta calidad y resistentes a corrosión con bajo coste siempre y cuando no se requieran ejes de 20 mm de diámetro. Son usados donde se requieren bajos costes, y en cintas transportadoras medianas pero con altas velocidades y bajos ataques químicos. Ésta sería una buena opción sino fuera por su baja resistencia al impacto siendo esto uno de sus requisitos. Aunque también se puede optar por combinación de MPS con PSV, se ha descartado por el requisito de homogeneidad impuesto por el cliente.



Figura 2.15. Rodillo clase MPS-M.

- **RTL:** Estos rodillos son muy resistentes a impacto y corrosividad. Son válidos tanto para bajas cargas como para altas. Se descartan debido a su alto precio.



Figura 2.16. Rodillo clase RTL.

2.2.1.1. Rodillos PSV

Los rodillos PSV ofrecen la más alta calidad y la máxima capacidad de carga entre los fabricados por Rulli Rulmeca. El concepto que inspira el diseño ha sido la realización de un sistema de sellado hermético para la protección de los rodamientos, que ofreciese la máxima eficacia y duración incluso en presencia de severos contaminantes. Según los test pasados en línea, se puede decir que es un rodillo con una funcionalidad muy alta y una duración de las más elevadas del mundo.

La certificación del “Sistema de calidad” ISO 9001 obtenida por Rulmeca garantiza el control continuo de los estándares de calidad, de las características y de las prestaciones de este tipo de rodillo.

El rodillo está formado por las siguientes partes.

- Alojamiento del rodamiento: es una estructura monobloque de acero, embutida y calibrada con tolerancia decimal ISO M7 en correspondencia con el alojamiento del rodamiento. Esta tolerancia es necesaria para garantizar tanto el mejor acoplamiento con el rodamiento, como su bloque en posición perpendicular respecto al eje del rodillo.
- Monobloque: Los alojamientos de los rodamientos de los rodillos PSV se sueldan con la envoltura mediante soldadoras automáticas que son autocentrantes de hilo continuo con un sistema patentado “UNIBLOC”. El tubo y el alojamiento del rodamiento forman una estructura monobloque de excepcional robustez. Dicho equipamiento reduce al mínimo el desequilibrio del rodillo y garantiza la alineación y la concentricidad respecto al diámetro exterior de las partes que componen el sistema de sellado.
- Envoltura: La parte exterior del rodillo es la que se encuentra en contacto con la banda transportadora. Esta es constituido con tubo de acero producido según prescripciones Rulmeca, con especificaciones particulares y tolerancias limitadas, este se corta y mecaniza con máquinas automáticas de control numérico, que garantizan el mantenimiento de las tolerancias y la perpendicularidad del corte.

- Eje: Es el elemento que sostiene el rodillo cuando está montado en los soportes de la estación. Se obtiene de acero estirado, cortado y mecanizado con máquinas automáticas de control numérico. El eje está rectificado, además, con tolerancia ISO h6 en los extremos, de los rodamientos y del sellado, para garantizar un perfecto montaje y su rotación óptima.
- Rodamientos: Se utilizan rodamientos de precisión radial rígido de bolas de la serie: 6204, 6205, 6206, 6306, 6308 con juego interior C3, óptimo para la aplicación en los rodillos para cintas transportadoras.

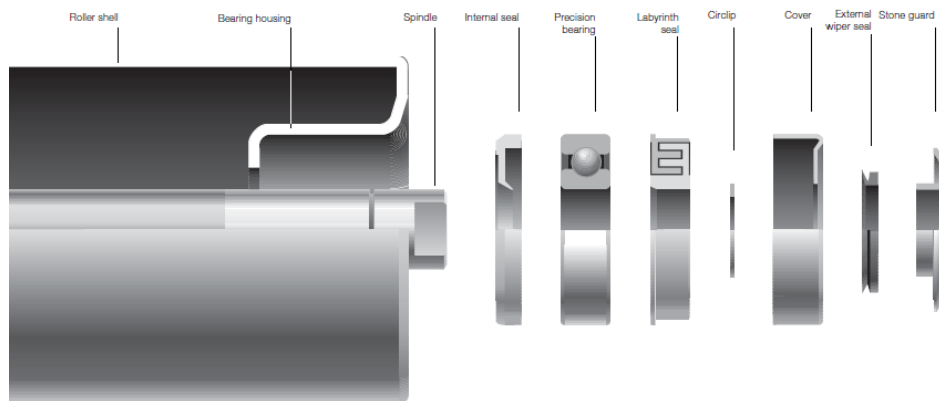


Figura 2.17. Partes del rodillo PSV.

2.2.2. Elección tambor motriz

Viendo que la potencia requerida no es muy alta, unos 4,4 KW (véase el apartado de anexos 9.1) se opta por la elección de un mototambor (véase apartado 1.6 para obtener imágenes y definiciones de mototambor), ya que otras posibilidades crearán un presupuesto desorbitado. De esta manera después de una búsqueda en el catálogo de Rulmeca se tienen las siguientes opciones.

- Motorized pulley 500 L: Light-duty. 500 L son típicamente usadas para el transporte de grano, cemento, hierro, fertilizante etc. es decir, donde no se requieren grandes fuerzas ni grandes velocidades.
- Motorized pulley 500 M: Medium-duty. Usando una sólida y robusta caja de cambios de 3 velocidades, 500 M da el suficiente par y empuje necesarios para materiales de gran peso o donde se combina bajas velocidades con alta fuerza para cargas irregulares.
- Motorized pulley 500 H: Heavy-duty. Es el más fuerte de todo el rango, está diseñada para irregular, extremas y brutales condiciones de trabajo.



Figura 2.18. Mototambor serie 500 de Rulmeca

2.2.3. Elección contratambor

Para este tambor en catalogo Rulmeca solo se ofrece el siguiente modelo.

- **USF:** Es el único tambor disponible en el catálogo, ya que las características técnicas de los tambores de retorno carecen de importancia.

La elección del diámetro dependerá del ancho de banda y de los cálculos realizados anteriormente.



Figura 2.19. Contratambor Rulmeca modelo USF

De esta forma la selección de piezas de la cinta transportadora que pertenece al presente proyecto queda detallada, en base a los datos del fabricante, en el anexo de cálculo **9.1.2- Selección de las piezas de la cinta transportadora.**

2.3 – ACCIONES SOBRE LA CINTA TRANSPORTADORA

En este apartado se va a calcular todas las fuerzas de sobreesfuerzo que actúan sobre la estructura de la cinta transportadora, para poder posteriormente aplicarlas en el software CYPE. Las cargas que se tendrán en cuenta son.

- Acciones permanentes
 - Peso propio
- Acciones variables
 - Sobrecarga de uso
 - Viento
 - Acciones Térmicas
 - Nieve
- Acciones Accidentales
 - Sismo

2.3.1. ACCIONES PERMANENTES

Para la determinación de las cargas permanentes se usarán los pesos de los materiales y elementos constructivos a emplear en la edificación.

2.3.1.1. Peso propio

El peso propio es el peso de la propia estructura que soportará la cinta transportadora. Dicha fuerza no es necesaria determinarla, pues en el software CYPE solo definiendo el perfil de viga a utilizar, él ya hace los cálculos por sí solo. A continuación se puede ver la *Figura 2.20* en la cual se muestra el diseño de la cinta transportadora sin cargas, y las *Figuras 2.21* y *2.22* con las cargas de peso propio incluidas.

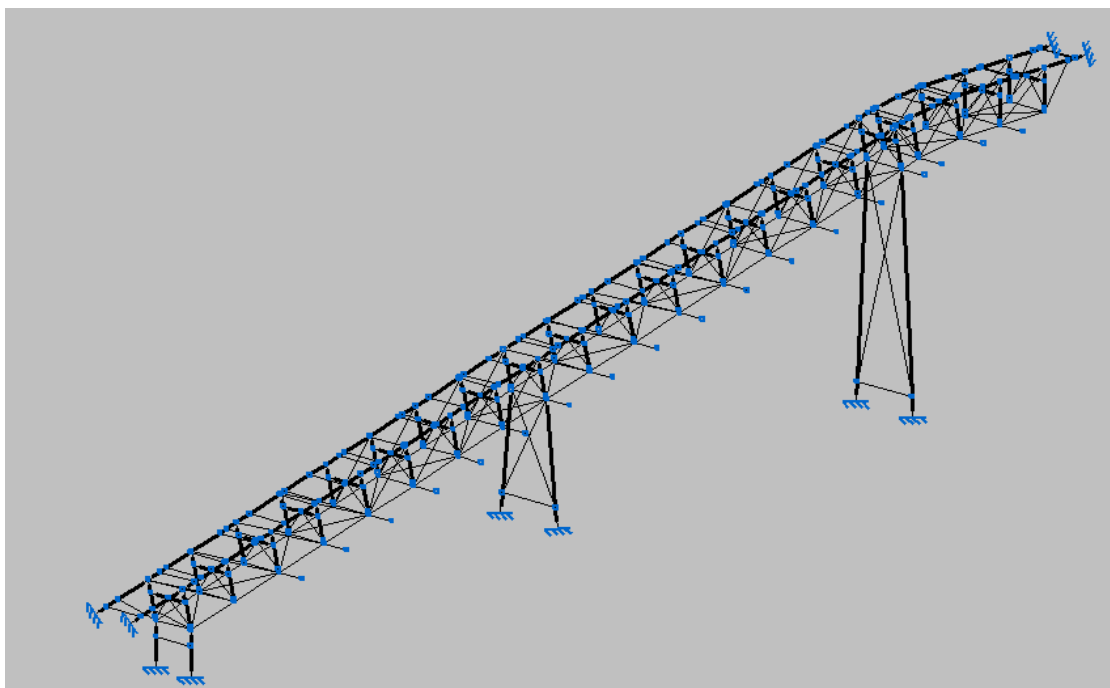


Figura 2.20. Diseño mediante el software Cype de la estructura de la cinta.

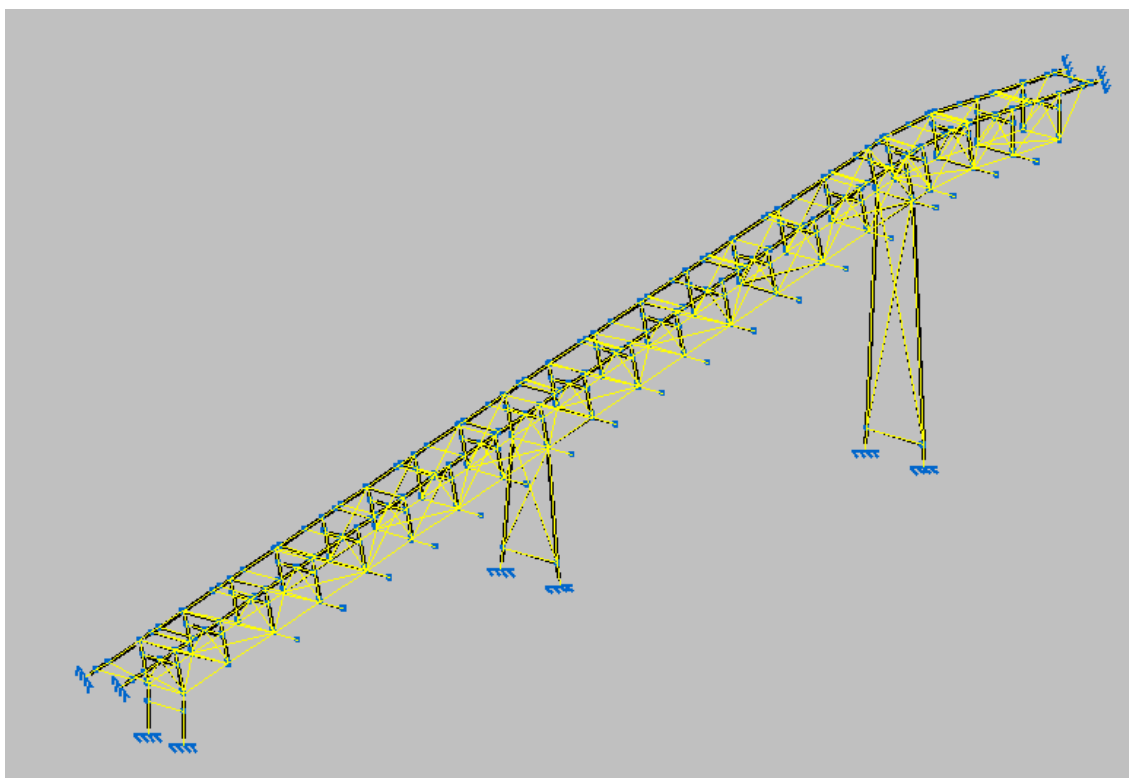


Figura 2.21. Vista de la carga del peso propio en amarillo

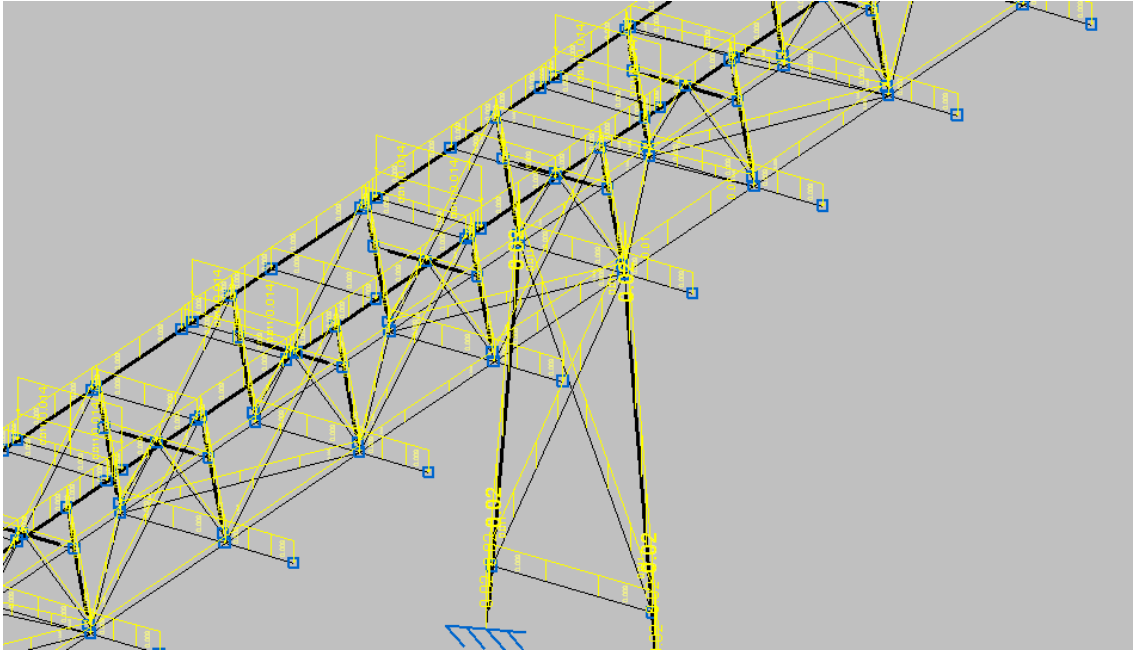


Figura 2.22. Vista en detalle de las cargas de peso propio.

2.3.2. ACCIONES VARIABLES

2.3.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre nuestra estructura por su razón de uso. Antes de proceder al cálculo de cada parte de la sobrecarga de uso se calculará a modo de curiosidad los pesos de los rodillos superior e inferior de cada una de las partes y su peso total, luego se aplicará esto a las estaciones para obtener la sobrecarga de uso.

a- Rodillos superiores

Partiendo de la *Tabla 10.2*, del apartado 9.1 anexo de cálculo se puede saber que el peso total de cada rodillo son 3,6 Kg, habiendo 39 estaciones y 3 rodillos por estación. De esta manera la fuerza total que realizan los rodillos son.

$$F_{\text{rodillos}} = 3 \times 39 \times 3,6 = 421,21 \text{ [Kg]} \quad (2.35.)$$

Notar que esta no será la carga aplicada a las estaciones, sino únicamente para obtener una idea del peso de los rodillos a la estructura, en el apartado de estación superior (véase 2.3.2.1. e) se verá que cargas son las aplicadas.

b- Rodillos inferiores

Partiendo otra vez de la *Tabla 10.2*, se adquiere que el peso de cada rodillo de retorno son 9.2 Kg habiendo 16 estaciones. De la misma manera que en los rodillos superiores se logra la fuerza total que ejercen los rodillos inferiores a la estructura.

$$F_{rodillos} = 1 \times 16 \times 9 = 144 \text{ [Kg]} \quad (2.36.)$$

c- Carga de la materia prima

El cliente ha demandado una cinta que soporte una carga de 200 T/h funcionando a 1 m/s así pues.

$$200 \frac{T}{h} = \frac{200.000 \text{ Kg}}{3600s} \times \frac{1 s}{m} = 55,55 \left[\frac{Kg}{m} \right] \quad (2.37.)$$

d- Carga de la banda

La carga de la banda obtenida de su catálogo (véase anexo 9.2 catálogo de bandas) es de 12 Kg/m².

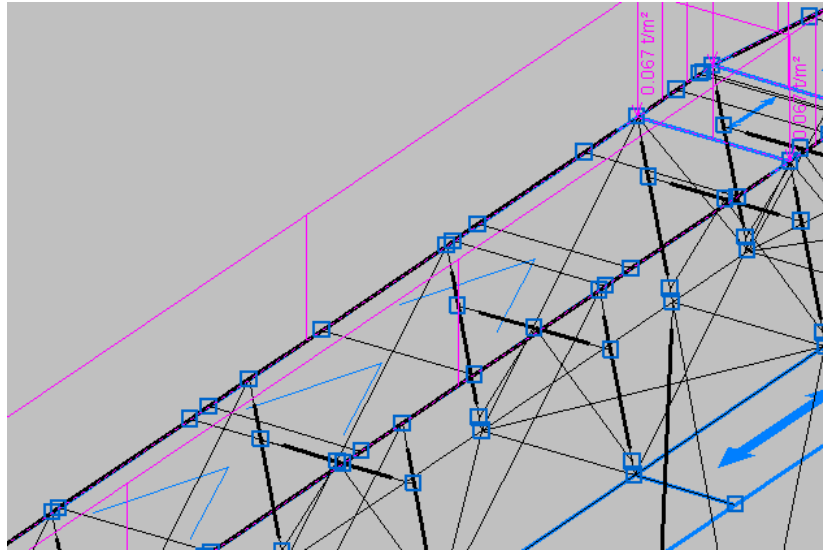


Figura 2.23. Aplicación de la carga banda más carga mat. prima en toneladas por metro lineal.

e- Estaciones

Las estaciones de rodillos que se implantarán en el presente proyecto no son comerciales, sino que serán también fabricadas en el contexto del presente proyecto por la empresa Euromeca. Justamente por ello, los pesos no son obtenidos por catálogos sino por la experiencia y datos de la propia empresa. Estos datos son.

- Estacion superior: $10 \frac{Kg}{estación} + 10,8 \text{ Kg rodillos} = 20,8 \text{ Kg} = 0,0208 \frac{T}{m}$ (pues la barra que lo soporta mide un metro).
- Estacion inferior: $5 \frac{Kg}{estación} + 9 \text{ Kg rodillos} = 14 \text{ Kg} = 0,014 \frac{T}{m}$ (pues la barra que lo soporta mide un metro).

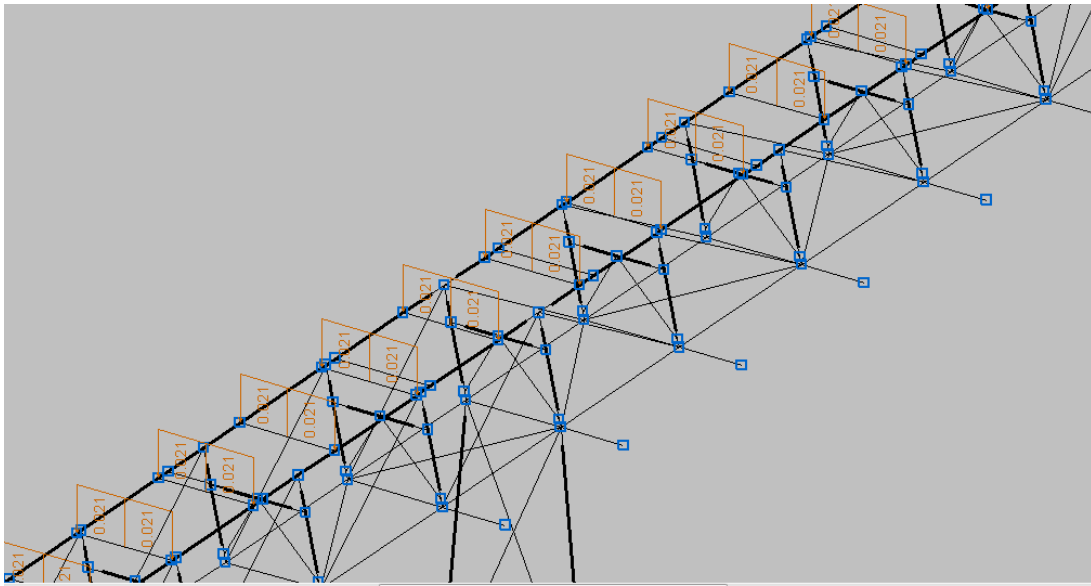


Figura 2.24. Aplicación de la carga de las estaciones superiores.

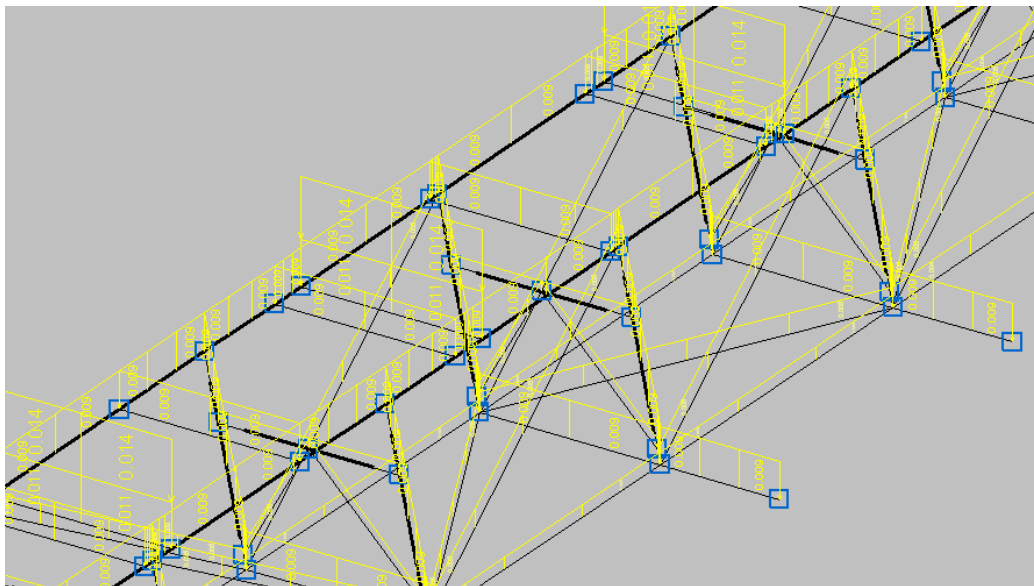


Figura 2.25. Representación en CYPE de la acción conjunta del peso propio y la carga sobre las estaciones inferiores.

f- Escalera

Para el cálculo de las fuerzas actuantes en la escalera se tendrá que redirigir al apartado 3. Acciones variables del **CTE** (*Código Técnico de la Edificación*).

De él se extrae que la escalera deberá soportar 200 Kg/m^2 para el paso de personas. A esta fuerza habrá que sumarle el peso del emparrillado por donde los trabajadores pasarán, siendo este de 36 Kg/m^2 . De esta forma, el total es de 286 Kg/m^2 , el cual se redondeará a 300 Kg/m^2 siguiendo las instrucciones de Euromeca.

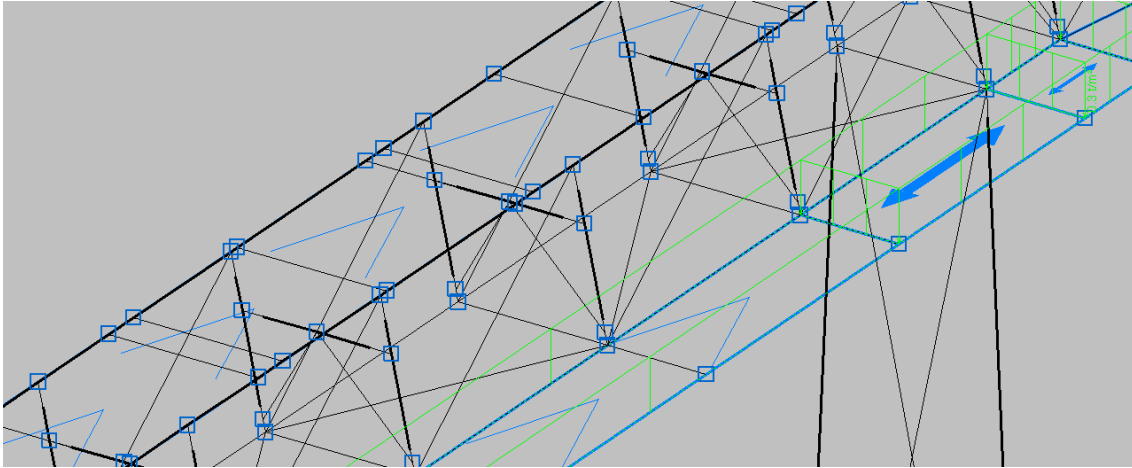


Figura 2.26. Aplicación de la carga de la escalera.

2.3.2.2. Viento

Las cargas de viento son cargas que puede ejercer el viento sobre la estructura. Para el cálculo de las cargas de viento sobre los elementos de la estructura también se ha seguido las indicaciones de las normas marcadas por el CTE en su apartado 3.3 correspondiente a DB-SE-AE, ya que el software se basa en ello.

Para el cálculo se ha acudido a uno de los módulos de CYPE, llamado generador de pórticos. Dado que la obra se efectúa a la intemperie en Gargallo (Teruel), de acuerdo al CTE se presupone una zona eólica de clase A, véase Figura 2.27.

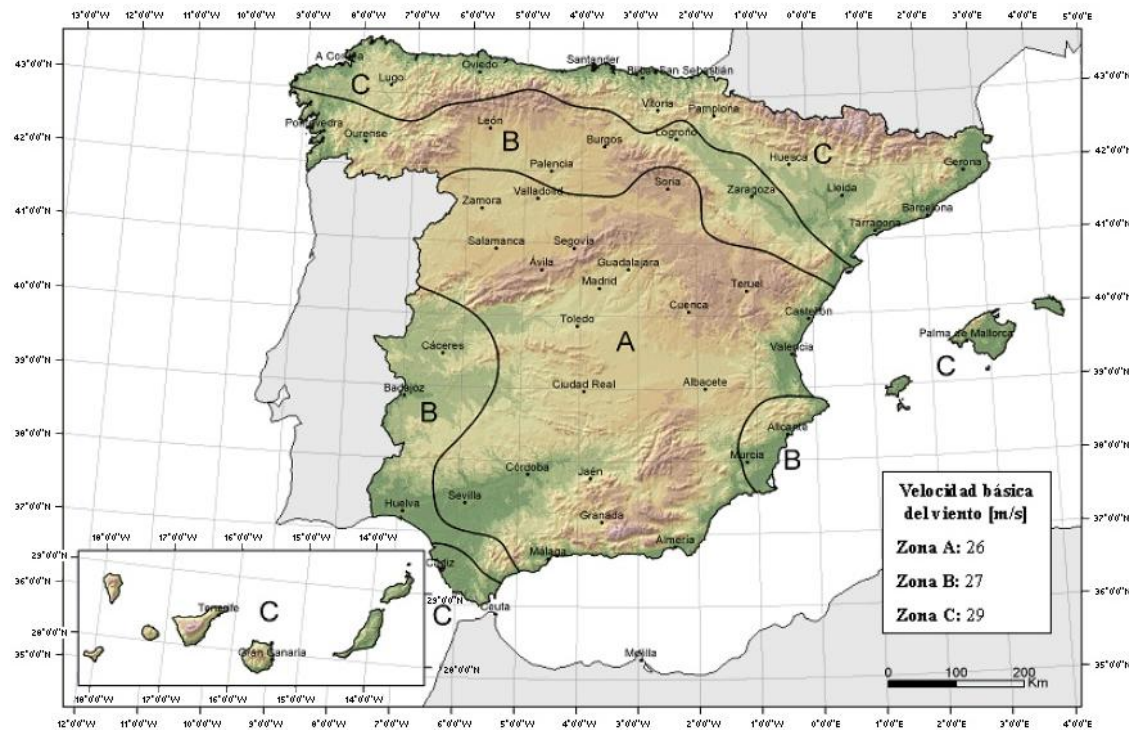


Figura 2.27. Mapa de la velocidad del viento media en España (CTE).

El grado de aspereza se ha clasificado como de grado IV, pues se trata de una zona industrializada, una duración de 50 años y finalmente se ha definido cada uno de los huecos que tiene la estructura. Con todo ello se logra 4 diferentes hipótesis de cargas de viento como se contempla a continuación.

- **Hipótesis A izqda.**

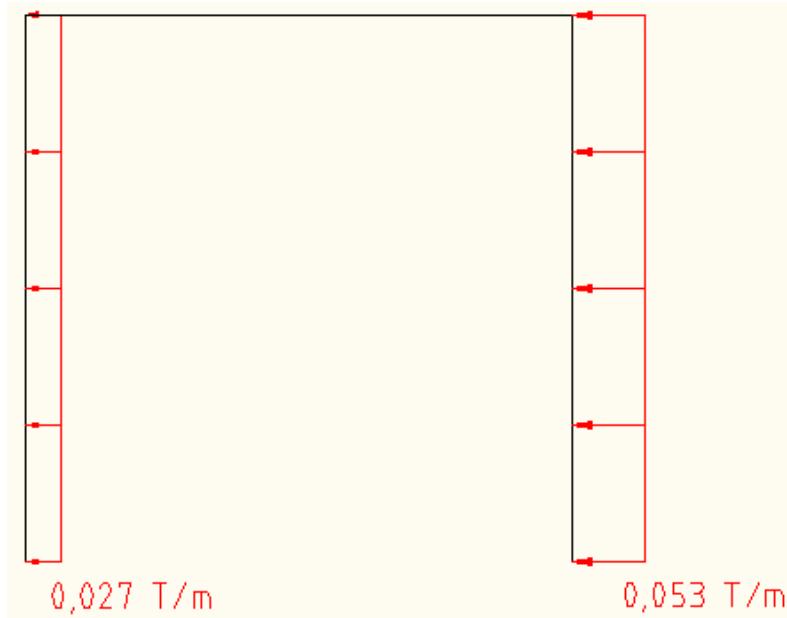


Figura 2.28. Hipótesis de carga A con las cargas hacia la izquierda.

- **Hipótesis A drcha.**

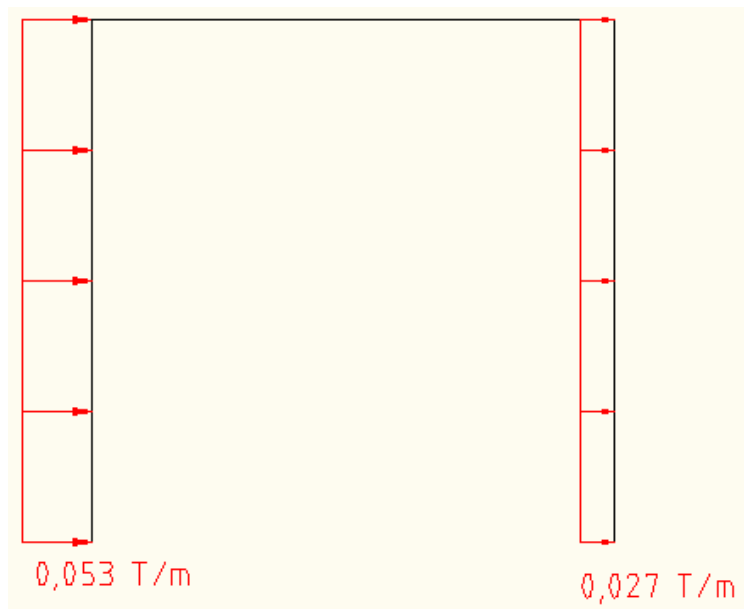


Figura 2.29. Hipótesis de carga A con las cargas hacia la derecha.

- **Hipótesis B izqda.**

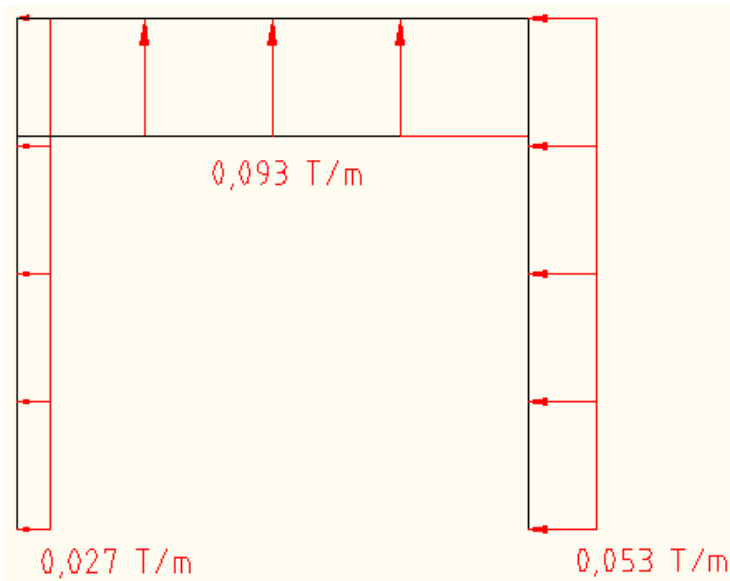


Figura 2.30. Hipótesis de carga B con las cargas hacia la izquierda.

- **Hipótesis B drcha.**

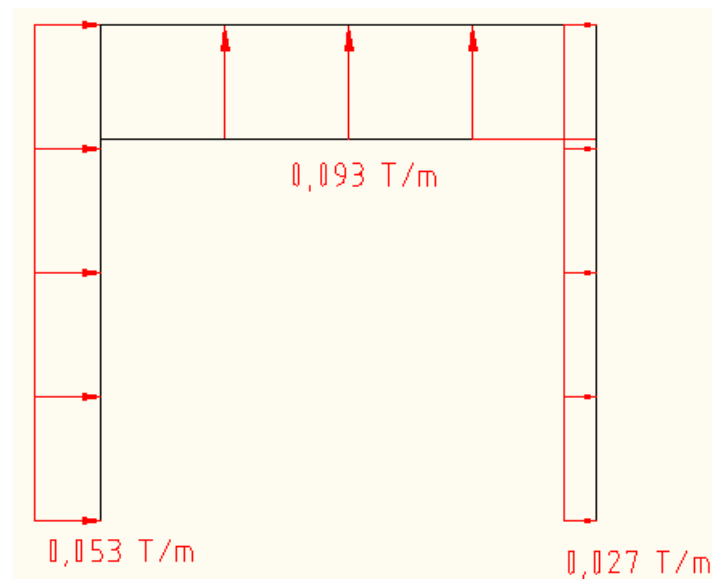


Figura 2.31 Hipótesis de carga B con las cargas hacia la derecha.

2.3.2.3. Nieve

Para la determinación de la sobrecarga de nieve se ha seguido también las indicación es de las normas marcadas por el CTE en su apartado 3.5 correspondiente al DB-SE-AE. Al igual que en el punto anterior hemos utilizado el software de generador de pórticos para averiguar dichas cargas.

Se ha definido la zona donde se encuentra la obra de nuevo, para que el software nos clasifique de esta manera el tipo de zona del 1 al 7. Además se ha definido la altura topográfica, la exposición al viento catalogándola de normal, por tratarse de una zona industrial.

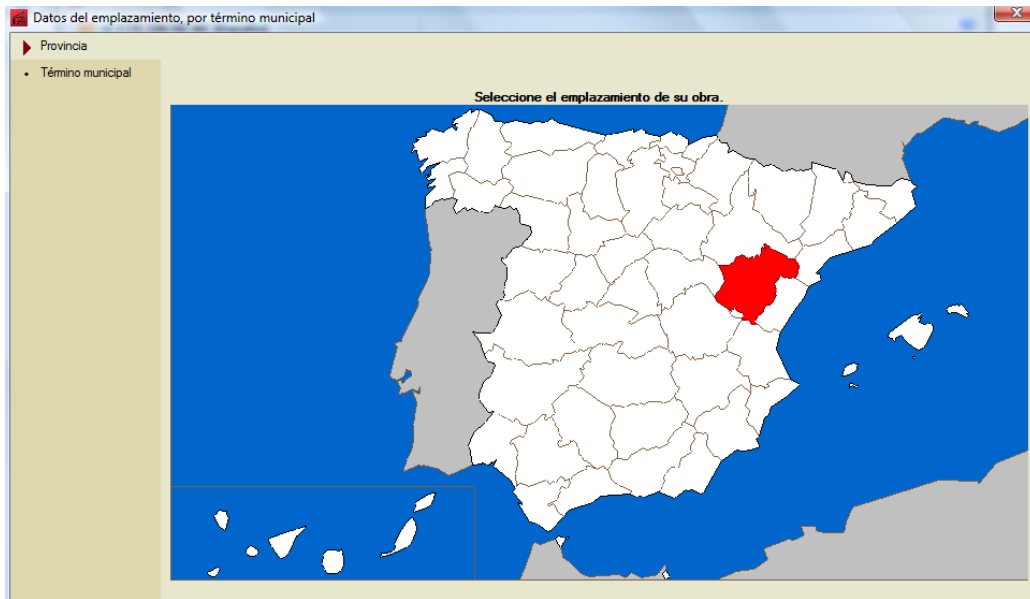


Figura 2.32. Mapa de clasificación de la zona para las cargas de viento.

Con todo ello se consigue dos diferentes hipótesis de cargas de nieve como se percibe a continuación.

- **Hipótesis N (EI):** Hipótesis en el estado inicial.

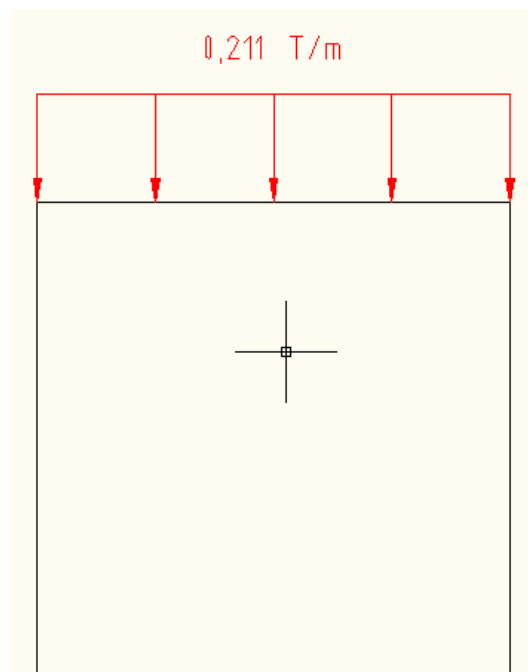


Figura 2.33. Hipótesis de carga de nieve en estado inicial

- **Hipótesis (R):** Hipótesis de redistribución.

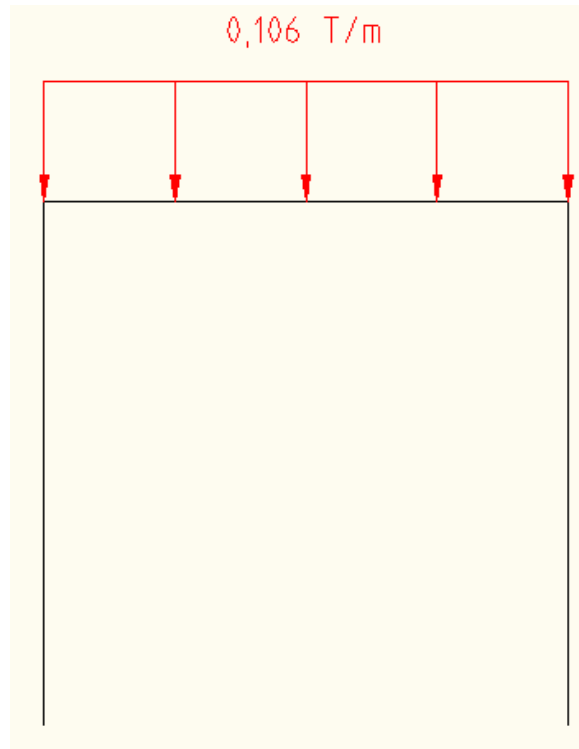


Figura 2.34. Hipótesis de carga de nieve en estado de redistribución.

2.3.2.4. Acciones térmicas

Al tratarse dentro de un complejo (temperaturas estables y normales) no procede su cálculo.

2.3.3. ACCIONES ACCIDENTALES

2.3.3.1. Sismo

Las acciones sísmicas están reguladas por la NCSE (Norma de Construcción Sismorresistente Española): parte general y edificación (ref: <http://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BN0222>).

Accediendo a esta nueva normativa se halla que no procede ya que se trata de una construcción de importancia moderada y por ello se observa que no procede.

- Construcciones de importancia moderada: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

2.3.4. RESULTADOS OBTENIDOS POR CYPE

Una vez está diseñada e introducidas las cargas de la cinta transportadora en el software Cype, se obtuvieron los resultados detallados por barras (véase Figura 2.36). Nótese que no se requirió el dimensionamiento automático de los perfiles, pues ya han sido dimensionados previamente.

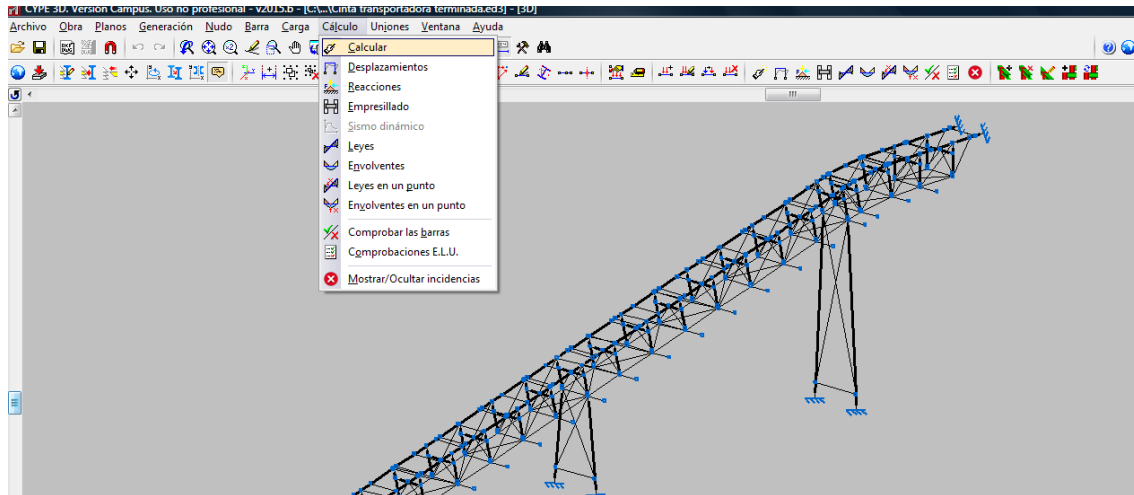


Figura 2.35. Menú cálculo del software Cype.

En caso de no cumplir alguno de los perfiles se pasará a otro diseño. Una vez terminado el cálculo se vuelve al mismo menú y se presiona el botón que dice “Comprobar barras” para ver que los perfiles soportarán las cargas comentadas y no se necesita de otro diseño. Así pues el resultado hallado es el siguiente:

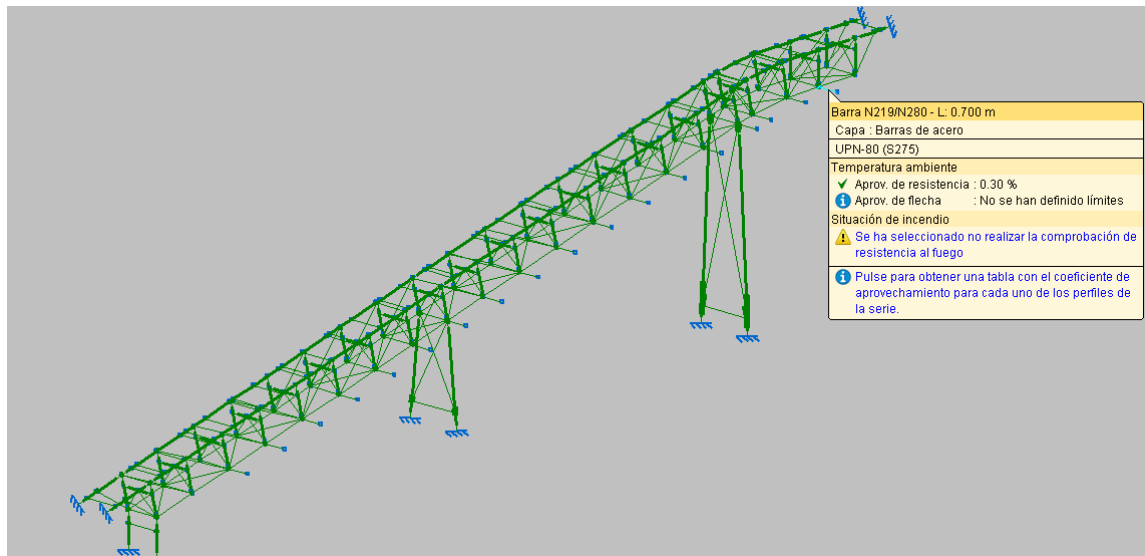


Figura2.36. Comprobación de una de las barras de nuestra estructura.

Como se puede observar el color de todas las barras es verde, esto significa que todas las barras soportarán y cumplen los requisitos impuestos por la normativa vigente.

Además si presionamos una de las barras podemos observar según la *Figura 2.36* el mensaje que aparece, donde dice la longitud de la barra el tipo de perfil y su porcentaje de aprovechamiento. Notese que aparece un pequeño mensaje de diciendo: “*Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego*”. Este mensaje es normal, ya que no procede según la normativa vigente, además de no ser demandado por el cliente.

El programa CYPE también permite apreciar los desplazamientos de las barras (vease *Figura 2.37*).

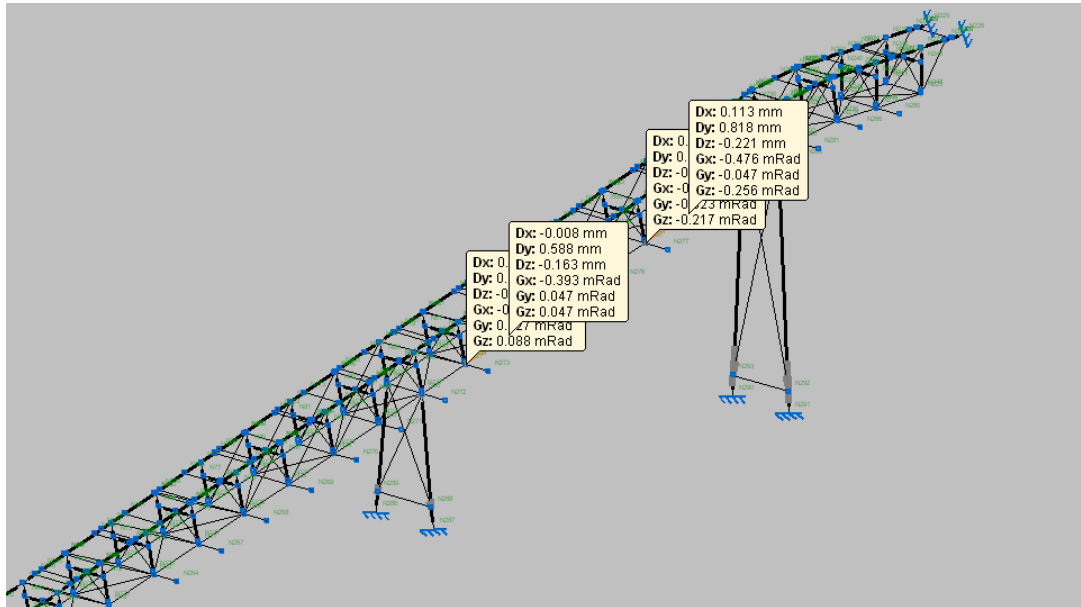


Figura 2.37. Desplazamientos de dos de las barras de nuestra estructura.

De la misma manera que para ver los desplazamientos se accederá al menú cálculo y se hará clic en el submenú “*Reacciones*”. En este submenú se puede contemplar las reacciones en cada una de las barras. En la siguiente imagen se ha elegido solo como fuerzas *input* el peso propio y como barras a analizar dos de los pilares.

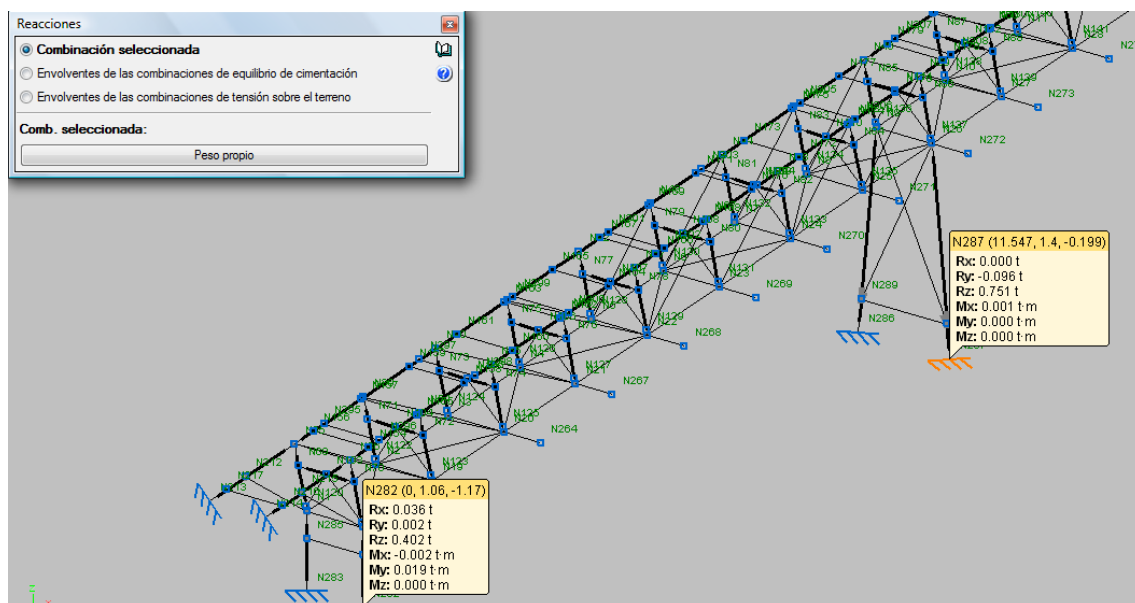


Figura 2.38. Reacciones debidas al peso propio de la estructura en dos de las columnas de la estructura.

Finalmente en las figuras 2.39, 2.40, 2.41, 2.42, 2.43 y 2.44 se muestran las diferentes leyes que cumplen la estructura diseñada. Estas leyes de esfuerzos definen el valor del esfuerzo correspondiente en todas las secciones de la barra seleccionada en función de la coordenada x (distancia al extremo inicial de la barra), indicando cuánto y cómo está solicitada dicha sección bajo un estado tensional concreto. La representación gráfica de las leyes de esfuerzos son los diagramas los cuales se aprecian en las figuras ya descritas.

Axil

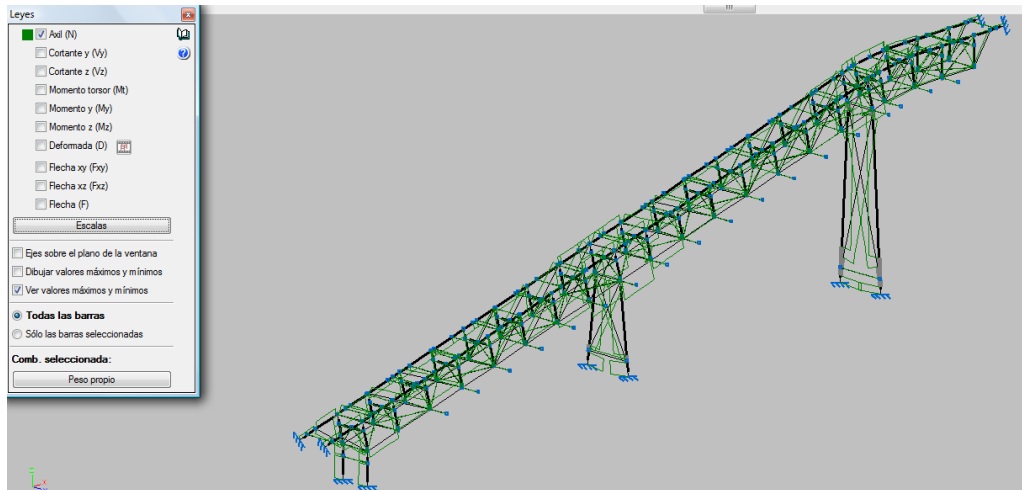


Figura 2.39. Axiles en verde debido al peso propio con escala 1:1.

Cortante en y (Vy)

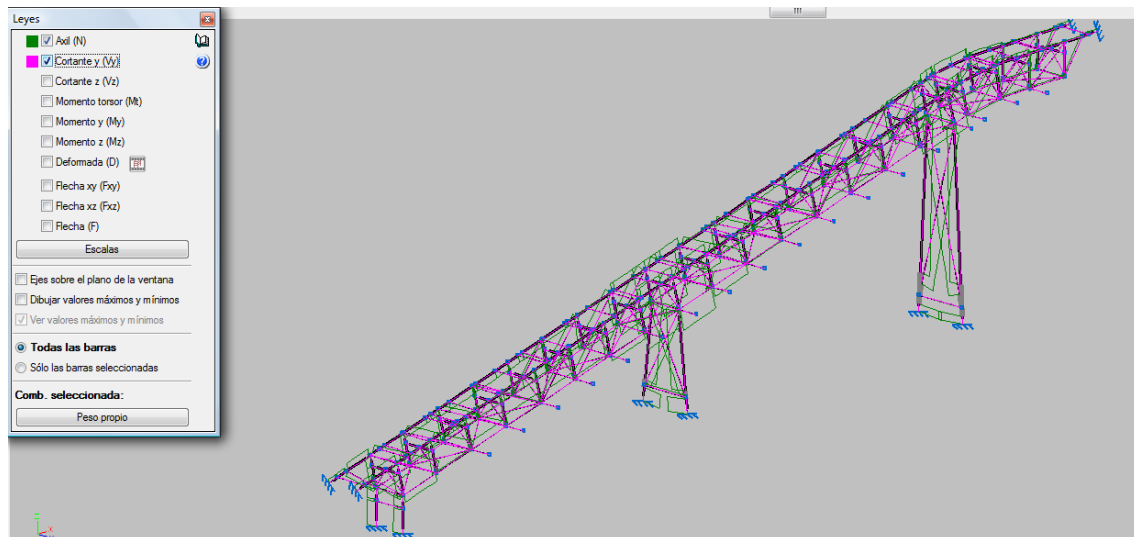


Figura 2.40. Cortante en y en color fucsia y axil en verde ambos a escala 1:1.

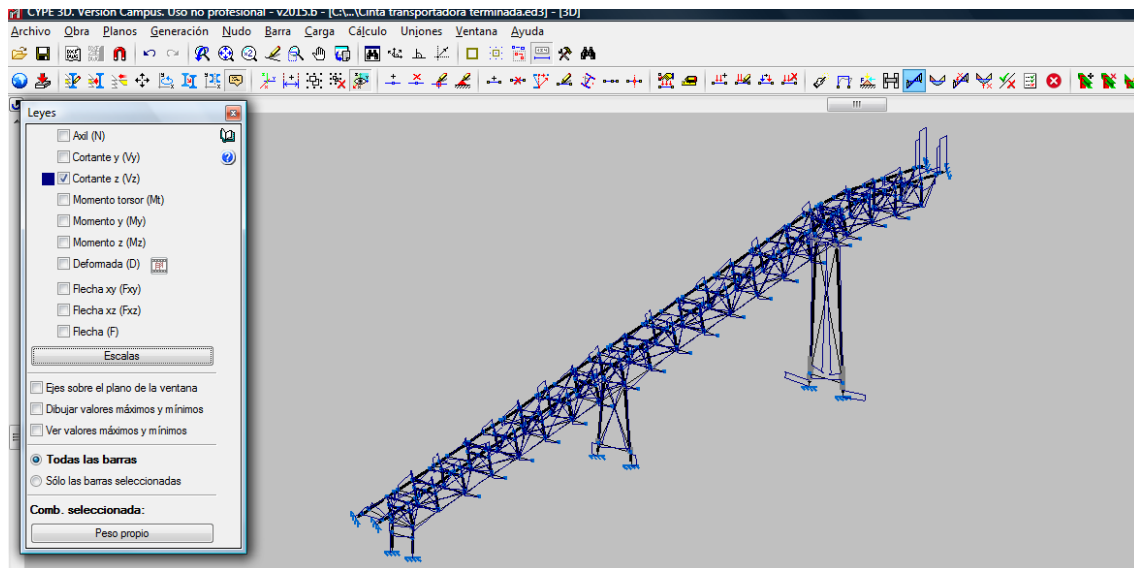
Cortante z (V_z)

Figura 2.41. Cortante en z en color azul a escala 20:1.

Momento torsor

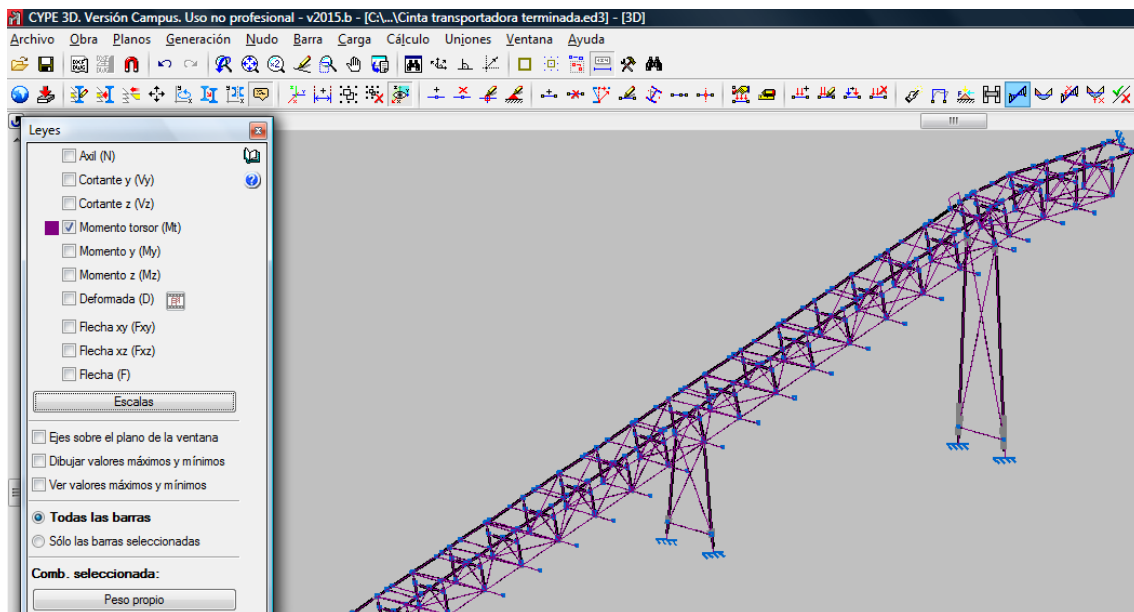


Figura 2.42. Momento torsor en color violeta a escala 100:1.

Momento y (M_y)

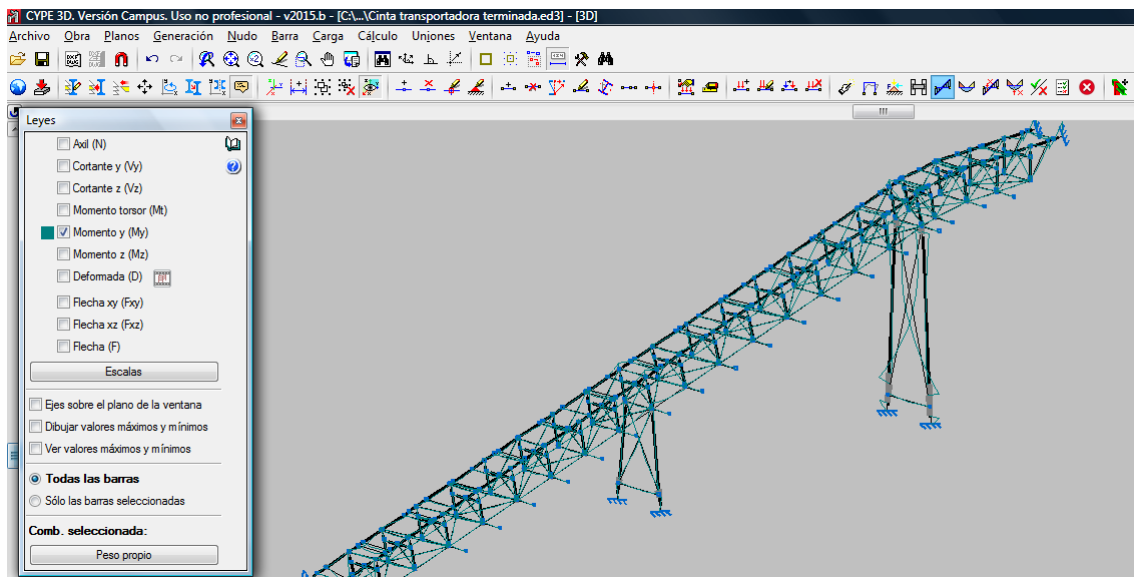


Figura 2.43. Momento y (M_y) en color cyan a escala 100:1.

Deformada

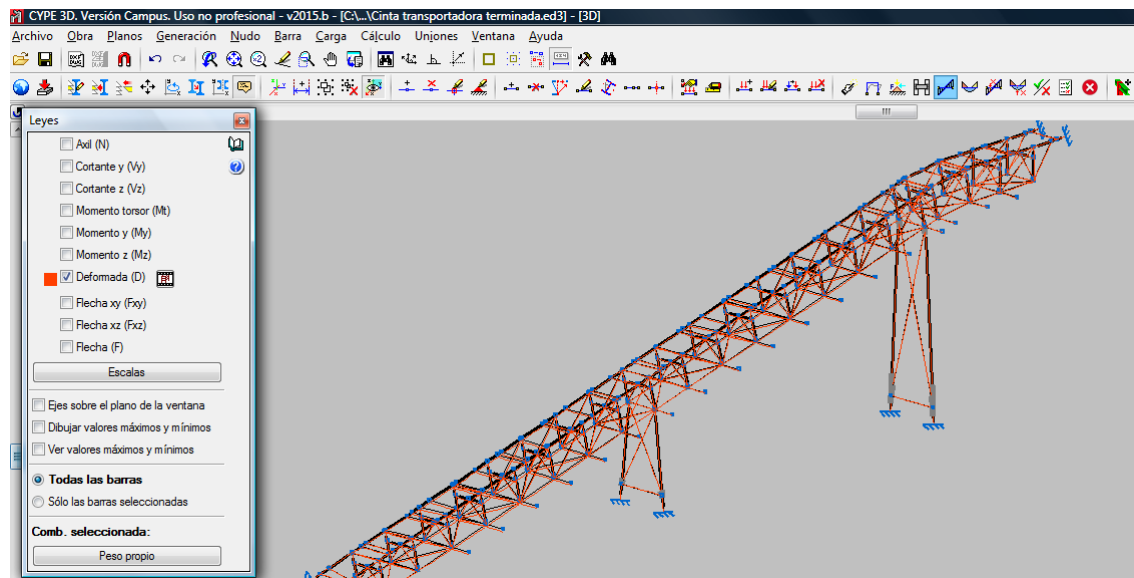
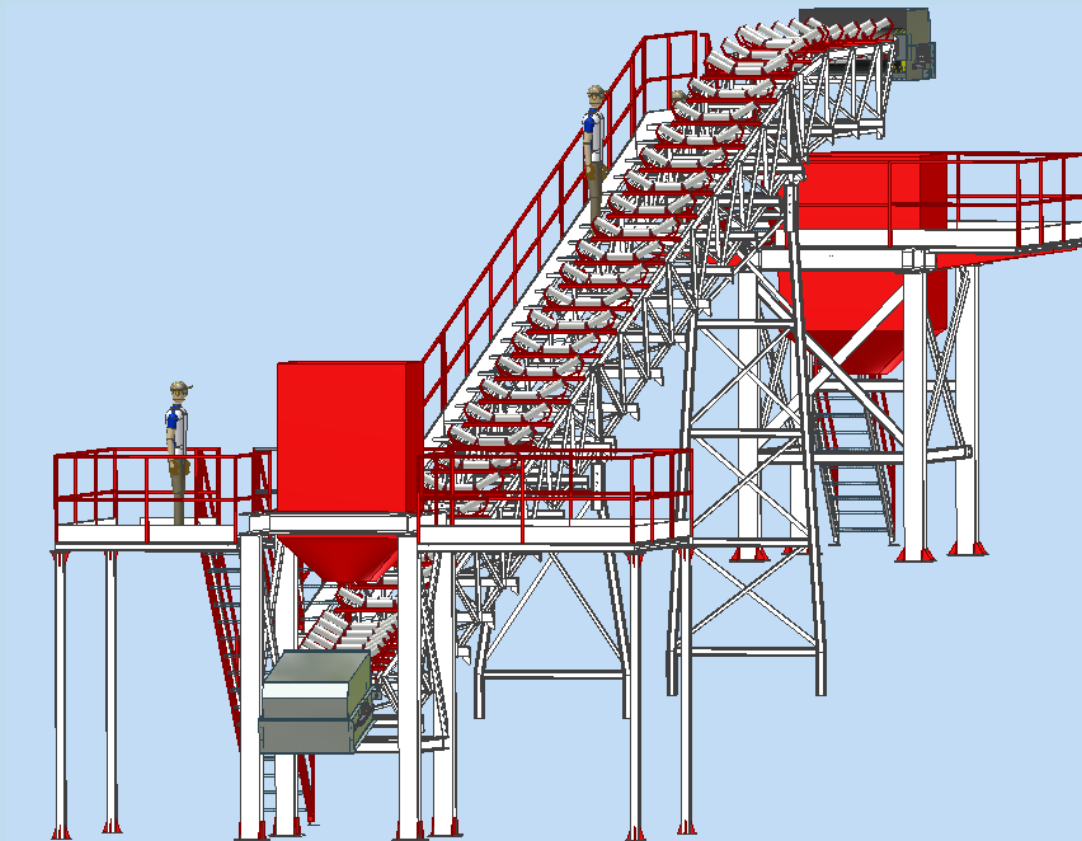


Figura 2.44. Deformada en rojo a escala 100:1.

CAPITULO 3 – PLANOS



Todos los planos de este proyecto están adjuntos en el proyecto.

Todos los tipos de unión presentes en el proyecto son uniones soldadas, a menos que se indique lo contrario. La clase de soldadura será de clase 10 siguiendo la norma UNE- EN 22553: 1994, ya indicada en el apartado de *bibliografía* consultada del capítulo primero.

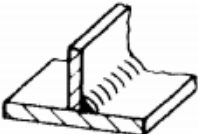

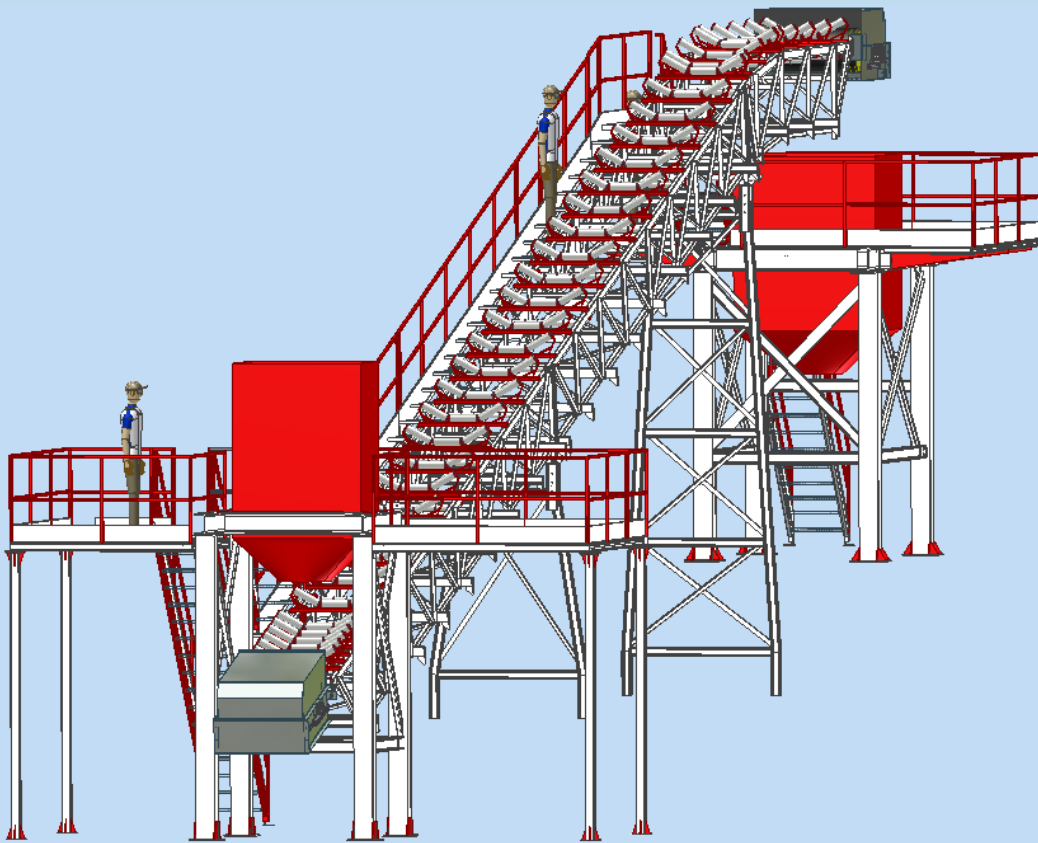
Nº	Designación	Ilustración	Símbolo
10	Soldadura en ángulo		

Figura 3.1. Extracto de la clases de soldadura de la norma UNE-EN 22553.

Se recuerda que los planos adjuntos son planos de proyecto, es decir, planos comerciales para el cliente, **no para su montaje**. Con lo cual, pueden faltar planos de piezas específicas que **de ser necesario se demandaran a la empresa**.

Para evitar repeticiones en la lista de perfiles y en los planos en el caso que haya perfiles idénticos o piezas idénticas, el autor del presente proyecto podrá tomar la licencia de no nombrar esos perfiles.

CAPITULO 4 – PLIEGO DE CONDICIONES



4.1-DISPOSICIONES GENERALES

4.1.1. OBJETO

El objeto de esta especificación es establecer los requisitos para el diseño, fabricación y completo suministros de un sistema de cintas transportadoras.

Este documento no pretende así recoger todos los detalles constructivos del equipamiento. Es responsabilidad del CONTRATISTA que dichos detalles constructivos, materiales y selección de componentes, estén de acuerdo con las últimas normas de diseño, reglamentos y técnicas aplicables.

4.1.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente proyecto consta de los siguientes documentos.

- Documento n° 1: Memoria y Anejos.
- Documento n° 2: Cálculos.
- Documento n° 3: Planos.
- Documento n° 4: Pliego de condiciones.
- Documento n° 5: Estado de las mediciones.
- Documento n° 6: Presupuesto.
- Documento n° 7: Estudios con entidad propia.
- Documento n° 8: Conclusiones.
- Documento n° 9: Anexos.

El contenido de estos documentos se detalla en la Memoria.

Se entiende por documentos contractuales aquellos que estén incorporados en el contrato y que sean de obligado cumplimiento, excepto modificaciones debidamente autorizadas. Estos documentos, en caso de licitación bajo presupuesto, son.

- Planos.
- Pliego de Condiciones.
- Cuadro de precios.
- Presupuesto total.

El resto de documentos o datos del Proyecto son documentos informativos y están constituidos por la Memoria con todos sus anejos, Las Mediciones y los Presupuestos Parciales. Representan únicamente una opinión fundamentada y los datos que recojan se han de considerar tan solo como complemento de la información que el contratista ha de adquirir directamente y con sus propios medios.

Solamente los documentos contractuales constituyen la base del contrato.

Por tanto, el contratista no podrá alegar modificación alguna de las condiciones del contrato en base a los datos contenidos en los documentos informativos (como, por ejemplo, precios de base del personal, maquinaria y materiales, distancias de transporte, características de los materiales de explanación, justificación de precios, etc.), a menos que estos datos aparezcan en algún documento contractual.

El contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de no obtener la suficiente información directa que rectifique o ratifique el contenido de los documentos informativos del Proyecto.

Lo que se haya citado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si hubiera estado expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del Director, queden suficientemente definidas las unidades de obra correspondientes y éstas tengan precio en el Contrato.

4.1.3. ALCANCE DE LA DOCUMENTACION

Los diversos anexos y documentos del presente proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una obra que venga indicada en los planos y presupuesto y que no venga indicada en los otros documentos, debe ser ejecutada por el contratista sin indemnización alguna por parte del propietario. Lo mismo se entiende para todos los trabajos accesorios no indicados en planos y documentos, pero generalmente admitidos como necesarios al complemento normal de ejecución de una obra de calidad irreprochable.

4.1.4. COMPATIBILIDAD Y PRELACION ENTRE DOCUMENTOS

Los cuatro documentos que definen este Proyecto son compatibles entre sí y además se complementan unos a otros. Se ha de procurar que sólo con la ayuda de los Planos y del Pliego de Condiciones se pueda ejecutar totalmente el proyecto.

En cuanto al orden y prioridad dependerá del aspecto que se considere. Si se mira desde el punto de vista técnico-teórico, el documento más importante es la Memoria y en especial los cálculos, seguido de los Planos. Si se mira desde el punto de vista jurídico-legal, será el Pliego de Condiciones el documento más importante.

4.1.5. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se consideran sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminadas las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que por su naturaleza, no puedan ser provistas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán según vaya conociendo su necesidad. Cuando la importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el responsable de obra.

4.1.6. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras e instalaciones que no se encuentren en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del responsable de obra y, en cualquier caso con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El responsable de obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

4.2- ALCANCE DE SUMINISTRO

4.2.1. MATERIALES, EQUIPOS Y SISTEMAS

- Sistema completo de cintas transportadoras accionadas con motor eléctrico y accesorios correspondientes.
- Conjunto de plataformas y barandillas de mantenimiento.

4.2.2. SERVICIOS

- Ingeniería de todo el proyecto (incluye planos de diseño, fabricación y montaje), así como dietas y desplazamientos necesarios.
- Coordinación con los instaladores eléctricos para la definición de las señales e interconexión con los sistemas eléctricos y de control, así como del funcionamiento en automático de la instalación y sus seguridades.
- Fabricación completa de todos los elementos.
- Protección, recubrimiento de superficies y acabado final.
- Embalaje y transporte.
- Grúas y medios de elevación.
- Montaje, dietas y desplazamientos de los operarios.
- Control y supervisión del montaje
- Verificación de requisitos.
- Control de Calidad.
- Supervisión de la puesta en marcha en vacío y con material
- Formación de los operarios.
- Documentación contractual.
- Legalizaciones.
- Garantía.

4.2.3. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y CONSUMIBLES

- Repuestos, primeros llenados así como consumibles necesarios para el arranque, prueba y puesta en marcha.
- Herramientas y maquinaria en general para el montaje y/o mantenimiento.
- Valoración de repuestos.

4.2.4. GARANTIAS

- Véase capítulo 7 Estudios con entidad propia el apartado 7.2 manuales.

4.2.5. PUNTO LIMITE

Los puntos límite mecánicos son

- INICIO: Recogida de material en la descarga de la tolva al inicio de la cinta transportadora.
- FIN: Acopio de material en la tolva posterior.

4.2.6. EQUIPOS Y SERVICIOS NO INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO

- Diseño, fabricación y montaje de toda la soportería necesaria para el sistema de cintas transportadoras a instalar.
- Cuadro de control eléctrico e instalación eléctrica (incluido cableados y bandejas) hasta pie de máquina.
- Agua y/o energía eléctrica consumida en campo durante el montaje, la puesta en marcha en vacío y con material.
- Trabajos de obra civil y de cimentación.

4.3- NORMAS, REGLAMENTOS Y LEGALIZACION

4.3.1. NORMATIVA

- Se respetarán las normas FEM (Federación Europea de Manutención), ISO, UNE y DIN aplicables. En caso de conflicto se señalará el mismo y se seleccionará el criterio más restrictivo.
- Para los motores (entiéndase mototambor) se cumplirá con las normas IEC.

4.3.2. REGLEMENTACION

El contratista o sus subcontratistas cumplirán, en todos los sentidos, los reglamentos y/o requisitos locales que les sean aplicables, tanto para los equipos como para el personal implicado. A continuación se destacan.

- CTE-SE-EA-2006: Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural, Estructuras de Acero.
- NCSR-02: Norma de construcción sismorresistente
- RBT-2002: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, ITC Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Servicios de Prevención, Seguridad y Salud en el Trabajo.

4.3.3. LEGALIZACION

El contratista es responsable de la legalización y homologación como equipos suministrados ante los organismos competentes, de acuerdo a las normas legales locales, comarcales, nacionales y comunitarias.

4.4- REQUISITOS DE DISEÑO


4.4.1. FUNCIONAMIENTO

Los equipos en su conjunto se diseñarán y construirán para una vida de diseño de “por vida”, con una vida de operación continua mínima de 4380 h/año. (12 horas por 365 días que posee un año).

Respecto a sus componentes y de una forma individual, tendrán una garantía mínima de 12 meses.

4.4.2. REQUISITOS MECANICOS

BASTIDORES DE LAS CINTAS

- Los bastidores serán de perfiles metálicos.
- La facilidad de limpieza, mantenimiento, la rigidez y la simplicidad de construcción serán los criterios para el diseño de los bastidores.
- La separación de los largueros del bastidor, para el ancho de banda, deberá ajustarse a lo indicado en mm, y será.
 - Ancho de banda 800 mm  Separación: 1060 mm.
- Las cintas transportadoras tendrán tramos de igual diseño de bastidor con una longitud en lo posible no superior a 6 metros en cintas transportadoras simples y 12 metros en aquellas que sean de celosía.
- Las uniones entre tramos de bastidores deben de realizarse mediante tornillos.
- Los bastidores de celosía elevadas sobre el terreno irán provistas de bandejas para protección contra la caída de productos en su parte inferior siendo estas construidas con malla galvanizada.
- En las cintas transportadoras diseñadas con celosía, la anchura mínima libre de las pasarelas de inspección y mantenimiento será de 600 mm de rejilla electrofundida galvanizada de 30 x 30 mm sin malla de seguridad y pletina de 30 x 2 mm.
- Las pasarelas de inspección y mantenimiento se rematarán por ambos lados mediante un rodapié de 150 mm de altura y por el lado exterior mediante barandilla de seguridad construida con perfil cuadrado de 30 x 30 x 1.5 mm.

ESTACIONES DE RODILLOS

- Los soportes de los rodillos se construirán con perfiles laminados de acero soldados. Serán extremadamente rígidos en todas las direcciones.
- Las estaciones superiores tendrán un ángulo de artesa de 30° con tres rodillos y fabricadas con perfil tipo UPN y pletinas para el apoyo de los rodillos.
- Las estaciones inferiores tendrán un ángulo de 0° y serán de un único rodillo, siendo fabricadas como mínimo con pletina de 60 x 6 mm.
- La unión de las estaciones con el chasis debe de realizarse atornillada para permitir el reglaje de la cinta.

- Las estaciones superiores estarán distribuidas como máximo cada 1,5 metros, excepto en las zonas de carga que estarán como máximo cada metro.
- Las estaciones inferiores estarán distribuidas como máximo cada 3 metros.

RODILLOS

- Los rodillos estarán contruidos por tubos de acero soldado, provistos de cazoletas o cubos en los que se alojarán los rodamientos. Preferentemente se dispondrán un tubo interior de acero uniendo las dos cajas de cojinetes, que impida cualquier pérdida de lubricante en el interior del rodillo evitando escapes y formaciones de desequilibrio.
- Los rodillos nunca estarán montados sobre cojinete antifricción y no tendrán necesidad de ser engrasados. El alojamiento de los rodamientos deberá tener una capacidad suficiente para la grasa de manera que se pueda asegurar su funcionamiento durante 25.000 horas consecutivas como mínimo sin necesidad de mantenimiento.
- El alojamiento de los rodamientos debe estar protegido contra el polvo por un dispositivo estanco eficaz.
- Los rodillos deberán girar sin puntos duros y sin desequilibrios exagerados.
- Se preverá que los bordes de los rodillos estén redondeados para evitar los riesgos de corte en la banda.
- Los ejes de los rodillos deben de ser de acero C35 k 6 C45 k.
- Las superficies exteriores de los rodillos y de los ejes estarán exentas de rugosidades o trazas de golpes, y de una manera general de toda aspereza.
- Los rodillos llevarán rodamientos a bolas.
- Con el fin de obtener un buen funcionamiento de la instalación y una duración suficiente del material con un mantenimiento y unos recambios mínimos, los rodillos deberán tener las calidades siguientes.
 - Estanqueidad de agua.
 - Estanqueidad de los alojamientos de los rodamientos a humedad y al polvo.
 - Desequilibrio mínimo.
 - Esfuerzo de arrastre mínimo.
 - Excentricidad mínima.
 - Flexión mínima del eje.
- Los rodillos de las estaciones inferiores de retorno serán planos de Ø 89 x 958 y eje de Ø 20 mm, con 5 roldanas autolimpiables de Ø108 mm de goma.
- Los rodillos de las estaciones superiores serán planos de Ø 89 x 323 y eje Ø 20 mm.

BANDAS

- Se emplearan cintas transportadoras con un mínimo de 4 capas textiles
- Los espesores mínimos de los revestimientos superior e inferior a adoptar son.
 - 4 + 2 mm de ancho de banda total, siendo el de 4 en la cara de trabajo y 2 en la cara de rodadura.
- Las pruebas se efectuarán de acuerdo con las normas indicadas en el apartado “NORMATIVA”
- Las bandas se unirán por vulcanización en caliente.
- Durante todas las fases de la explotación, cualquiera que sea el caudal, la banda debe permanecer centrada y no desviarse lateralmente.

- Se puede utilizar para el aseguramiento del centrado de la banda allí donde sea posible estaciones con rodillos guía.
- Para facilitar el centrado de la banda los tambores motriz y tensor deberán tener un abombamiento.
- Las cintas transportadoras con una longitud entre ejes inferior a 9,00 metros deberán ser suministradas con banda sinfín (ya cerradas), el resto se suministrarán abiertas para realizar el empalme en montaje con la herramienta pertinente.

TOLVAS

- Serán de acero inoxidable AISI 304 espesor de 3 mm.
- Contarán en su parte inferior faldillas de goma negra.
- Se proyectarán de forma que la línea de mínima pendiente del material sea del orden de 50°.
- Su diseño debe evitar el derrame del material durante el proceso de carga y descarga de la cinta.

ACCIONAMIENTOS

- Los accionamientos estarán constituidos por motor y reductor de velocidad o mototambor en su defecto, no admitiéndose el empleo de transmisión por correas.
- Los bastidores soportes de los elementos motrices (cabezal motriz), serán de acero laminado con la rigidez necesaria para evitar desalineaciones por deformación de los mecanismos.
- Los aparatos se calcularán con un factor de seguridad de 1,5 para garantizar una producción mínima de 30 T/h teniendo en cuenta posibles: arranques, frenados, marchas, normal, inmovilización, tanto en vacío como en carga, por lo que hay que sobredimensionarlos.
- Los accionamientos deben de tener una vida teórica media de 50.000 horas, a caudal nominal todos los órganos mecánicos: reductores, antiretornos, tambores, soportes y rodamientos, etc.
- Allí donde sea necesario por razones de seguridad y/o de funcionamiento, habrá que instalar un antiretorno o un motor freno.
- La potencia mínima para cualquier cinta transportadora será de 5,5 KW.
- La velocidad de las cintas debe de ser de 1 m/s.

CABEZALES MOTRICES

- Deben de estar fabricados con perfil tipo UPN convenientemente reforzados donde sea necesario y preparados para atornillar el resto de elementos que sustentará (capucha, soportes rodamiento, rascador, etc).
- Como protección del cabezal motriz contra contactos fortuitos y por seguridad, se instalará una capucha motriz construida con chapa de espesor 2 milímetros y pletinas, con un registro de inspección en la parte delantera.

CABEZALES TENSORES

- Deben de estar fabricados con perfil UPN convenientemente reforzados donde sea necesario y preparados con un sistema de guiado para el tensado de la banda a través del tambor tensor. Además deberá permitir atornillar la capucha tensora sobre él.
- En las cintas transportadoras de un solo sentido, como protección del cabezal tensor contra contactos fortuitos y por seguridad, se instalará una capucha tensora construida con chapa perforada de espesor 2 milímetros.
- En las cintas transportadoras reversibles, como protección del cabezal tensor contra contactos fortuitos y por seguridad, se instalará una capucha tensora construida con chapa de 2 milímetros y pletinas.

SISTEMAS DE LIMPIEZA

- En las cintas de un solo sentido, en el cabezal motriz, deberá de instalarse un sistema de limpieza para la banda a través de un rascador de muelle, siendo el material de contacto con la banda goma tipo sándwich de espesor 15 milímetros. Si la cinta es reversible, también deberá de instalarse en el cabezal tensor.
- En caso que instalar cualquier sistema de cintas transportadoras mediante carros móviles, será necesario que los elementos de traslación, concretamente las ruedas, lleven un sistema de limpieza para limpiar las guías por las cuales se desplazan.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Las cintas transportadoras deberán contar con interruptores de tirón a lo largo de la cinta transportadora.
- En el tambor tensor deberá estar provisto de un soporte detector de giro y protector para instalar un sensor inductivo.

PLATAFORMAS

- Serán fabricadas con perfiles metálicos y estarán cubiertas todas ellas con rejillas electrofundidas galvanizadas de 30 x 30 milímetros sin malla de seguridad y pletina de 30 x 2 milímetros.
- Todo su contorno contará con barandilla de seguridad construida con perfil cuadrado 30 x 30 x 1,5 milímetros y rodapié de seguridad con una altura de 150 milímetros.

4.5- PRUEBAS

Pruebas de prestaciones y garantías: se realizarán en obra verificando el cumplimiento de los parámetros de funcionamiento con lo requerido mediante.

- Prueba de puesta en marcha en vacío.
- Prueba de puesta en marcha con material durante un mínimo de 24 horas.

4.6- CONDICIONES FACULTATIVAS

4.6.1. CONCURSO

La licitación de la obra se hará por Concurso Restringido, en el que la empresa convocará a las Empresas Constructoras que estime oportuno.

Los concursantes enviarán sus ofertas por triplicado, en sobre cerrado y lacrado, según se indique en la carta de petición de ofertas, a la dirección de la empresa. No se considerarán válidas las ofertas presentadas que no cumplan los requisitos citados anteriormente, así como los indicados en la Documentación Técnica enviada. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada oferta, las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo para la recepción de las ofertas será de un mes.

4.6.2. RETIRADA DE LA DOCUMENTACION DEL CONCURSO

Los contratistas, por sí o a través de sus representantes, podrán retirar dicha documentación de las oficinas de la empresa cuando ésta no les hubiese sido enviada previamente.

La empresa se reserva el derecho de exigir para la retirada de la documentación, un depósito que será reintegrado en su totalidad a los contratistas que no hubiesen resultado adjudicatarios de la obra, previa devolución de dicha documentación.

4.6.3. ACLARACIONES A LOS LICITADORES

Antes de transcurrido la mitad del plazo estipulado en las bases del concurso, los contratistas participantes podrán solicitar por escrito a la empresa las oportunas aclaraciones, en el caso de encontrar discrepancias, errores u omisiones en los Planos, Pliegos de Condiciones o en otros documentos de concurso.

La Empresa, estudiará las peticiones de aclaración e información recibidas y las contestará mediante una nota que remitirá a todos los presuntos licitadores, si estimase que la aclaración solicitada es de interés general.

Si la importancia y repercusión de la consulta así lo aconsejara, la Empresa podrá prorrogar el plazo de presentación de ofertas, comunicándolo así a todos los interesados.

4.6.4. VALIDEZ DE LAS OFERTAS

No se considerará válida ninguna oferta que se presente fuera del plazo señalado en la carta de invitación, o anuncio respectivo, o que no conste en los documentos.

Los concursantes se obligan a mantener la validez de sus ofertas durante un periodo mínimo de 90 días a partir de la fecha tope de recepción de ofertas, salvo que en la documentación de petición de ofertas se especifique otro plazo.

4.6.5. PRESENCIA DEL CONTRATISTA EN OBRA

El contratista, por si mismo o por medio de sus representantes o encargados, podrá estar presente en la obra durante la jornada legal de trabajo.

4.6.6. DESPIDO POR INSUBORDINACION, INCAPACIDAD Y MALA FE

Por falta de cumplimiento de las instrucciones del responsable o sus subalternos de cualquier clase encargados; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el responsable lo reclame.

4.6.7. DEVOLUCION DE PLANOS Y DOCUMENTACION

Los Planos, Pliegos de Condiciones y demás documentación del concurso, entregado por la Empresa a los concursantes, deberá ser devuelto después de la adjudicación del concurso, excepto por la que respecta al adjudicatario, que deberá conservarla sin poder reclamar la cantidad abonada por dicha documentación.

El plazo para resolver la documentación será de 30 días, a partir de la notificación de los concursantes de la adjudicación del concurso y su devolución tendrá lugar en las mismas oficinas de donde fue retirada.

La Empresa, a petición de los concursantes no adjudicatarios, devolverá la documentación correspondiente a las ofertas en un plazo de 30 días, a partir de haberse producido dicha petición.

La no devolución por parte de los contratistas no adjudicatarios de la documentación del concurso dentro del plazo, lleva implícita la pérdida de derechos de la devolución del depósito correspondiente a la referida documentación, si lo hubiese.

4.6.8. COPIA DE LOS DOCUMENTOS

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la contrata. El responsable de obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

4.6.9. ADJUDICACION DEL CONCURSO

La Empresa procederá a la apertura de las propuestas presentadas por los licitadores y las estudiará en todos sus aspectos. La Empresa tendrá alternativamente la facultad de adjudicar el Concurso a la propuesta más ventajosa, sin atender necesariamente al valor económico de la misma, o declarar desierto el concurso. En este último caso la Empresa, podrá libremente suspender definitivamente la licitación de las obras o abrir un nuevo concurso pudiendo introducir las variaciones que estime oportunas, en cuanto al sistema de licitación y relación de contratistas ofertantes.

Transcurriendo el plazo indicado, desde la fecha límite de presentación de la oferta, sin que la empresa hubiese comunicado la resolución del concurso, podrán los licitadores que lo deseen, proceder a retirar sus ofertas, así como las fianzas depositadas como garantía de las mismas.

La elección del adjudicatario de la obra por parte de la Empresa, es irrevocable y, en ningún caso, podrá ser impugnada por el resto de contratistas ofertantes.

La Empresa comunicará al ofertante seleccionado la adjudicación de las obras, mediante una carta de intención. En el plazo máximo de un mes a partir de la fecha de esta carta, el contratista a simple requerimiento de la empresa se prestará a formalizar el contrato definitivo. En tanto no se firme este y se constituya la fianza definitiva, la Empresa, retendrá la fianza depositada por el contratista, a todos los efectos dimanantes del mantenimiento de la oferta.

4.6.10. PLAZO DE AJECUCION

El contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo

Si por cualquier causa ajena por completo al contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

4.6.11. LIQUIDACION FINAL

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados.

4.7- CONDICIONES ECONOMICAS

4.7.1. GARANTIAS

La empresa podrá exigir al Contratista la presentación de las referencias bancarias o de otras entidades o personal, al objeto de cerciorarse de si este reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato, dichas referencias las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

4.7.2. GASTOS E IMPUESTOS

Todos los gastos e impuestos de cualquier orden, que por disposición del Estado, Provincia o Municipio se deriven del contrato, y estén vigentes en la fecha de la firma del mismo, serán por cuenta del contratista con excepción del IVA.

Las modificaciones tributarias establecidas con posterioridad al contrato afectarán al sujeto pasivo directo, sin que las partes puedan repercutirlas entre sí. En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente a la firma del contrato.

4.7.3. FIANZAS

Si la obra se adjudica por subasta, el depósito para tomar parte de ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de un 3% como mínimo del total del Presupuesto de la Contrata.

La persona o entidad a quien se haya adjudicado la ejecución de la obra, deberá depositar en el punto y plazo marcados en el anuncio de la subasta la fianza definitiva de estas y en su defecto, su importe será del 10% de la cantidad por la que se otorgue la adjudicación de la obra.

La fianza que se exigirá al Contratista se convendrá entre Empresa y el Contratista, entre una de las siguientes.

- Depósito de valores públicos del Estado por un importe del 10% del Presupuesto de la obra contratada.
- Depósito en metálico de la misma cuantía indicada en el apartado anterior.
- Depósito previo en metálico de la misma cuantía del 10% del Presupuesto mediante deducción del 5%, efectuada del importe de cada certificación abonada al Contratista.
- Depósito del 10% efectuado sobre el importe de cada certificación abonada al Contratista.

4.7.4. DEVOLUCION DE LA FIANZA

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra subcontratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

4.7.5. EJECUCION DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el responsable, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

4.7.6. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma.

- El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, deberá aplicarse a la nueva unidad.
- La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará, un Acta, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, se propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario, o en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por la administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo, ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el responsable, y a concluir la satisfacción de éste.

4.7.7. RECLAMACION POR AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no servir este documento de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato. Las equivocaciones materiales no alterará la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y cantidad ofrecida.

4.7.8. PARTIDAS PARA OBRAS ACCESORIAS

Las cantidades calculadas para obras accesorias, que como consecuencia de su escasa o nula definición, figuren en el Presupuesto General con una partida alzada, no se abonará por su monto total.

En consecuencia estas obras accesorias se abonarán a los precios unitarios del contrato y conforme a las unidades y medidas que se obtengan de los proyectos que se realicen para ellas y de su medición final.

4.7.9. PARTIDA ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas en los presupuestos para obras o servicios se abonarán por su importe una vez realizados totalmente dichos trabajos.

Quedan excluidas de este sistema de abono, las obras accesorias que se liquidarían conforme a lo indicado en los artículos anteriores.

4.7.10. REVISION DE PRECIOS

Si los vigentes precios de jornales, cargas sociales y materiales, en el momento de firmar el Contrato, experimentan una variación oficial en más o menos del 5%, podrá hacerse una revisión de precios a petición de cualquiera de las partes, que se aplicará a la obra que falte por ejecutar. En caso de urgencia podrá autorizarse la adquisición de materiales a precios superiores, siendo el abono de la diferencia de los Contratos.

Contratándose las obras a riesgo, es normal por ello que en principio no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características de determinadas épocas anormales que se admiten durante ellas la rescisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en armonía con las oscilaciones de los precios del mercado.

El Contratista puede solicitar la revisión en alza del Propietario en cuanto se produzca cualquier alteración de precio que repercuta aumentando los contratados. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de recontinuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado y por causas justificadas haya subido, especificándose y acordándose también previamente a la fecha

a partir de la cual se tendrán en cuenta y cuando proceda, el acopio de materiales en la obra en el caso que estuviese abonados total o parcialmente por el Propietario.

Si el Propietario no estuviese conforme con los nuevos precios de materiales que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, en cuyo caso se tendrá en cuenta para la revisión, los precios de los materiales adquiridos por el Contratista a merced de la información del Propietario.

4.7.11. VALORACION DE LA OBRA

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fija en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por cientos que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

4.7.12. MEDICIONES PARCIALES Y FINALES

Las mediciones parciales se verificaran en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición de los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

4.7.13. EQUIVOCACIONES DEL PRESUPUESTO

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

4.7.14. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verificarán aquellos.

4.7.15. SUSPENSION POR RETRASO DE PAGOS

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos, ni ejecutarlos a menor ritmo del que corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

4.7.16. INDEMNIZACION POR EL RETRASO DE LOS TRABAJOS

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras del contratista, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

4.7.17. MEJORAS DE OBRA

No se admitirán mejoras de obras, más que en el caso en que el la compañía contratadora haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que la compañía contratadora ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

4.7.18. SEGURO DE LOS TRABAJOS

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en todo momento, con el valor que tengan, por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario para que con cargo de ella, se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando.

El reintegro de la cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono por completo de gastos, materiales acopiados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no lo hubiesen abonado, pero eso en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad y reparos.

4.8- DISPOSICIONES LEGALES

4.8.1. JURISDICCION

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias puedan surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la obra, y por último término, a los Tribunales de Justicia.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

El contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

4.8.2. REGIMEN DE INTERVENCION

Cuando el contratista no dé cumplimiento, sea a las obligaciones o disposiciones del contrato, sea a las órdenes de servicio que les sean dadas por la Empresa, esta le requerirá a cumplir este requisito de órdenes en un plazo determinado, que, salvo casos de urgencia, no será nunca menor de 10 días a partir del plazo de la notificación del requerimiento.

Pasado este plazo, si el contratista no ha ejecutado las disposiciones dadas, la Empresa podrá ordenar a título provisional el establecimiento de un régimen de intervención general o parcial por cuenta del contratista.

Se procederá inmediatamente, en presencia del contratista, o habiéndole convocado debidamente, a la comprobación de las obras ejecutadas, de los materiales acopiados así como al inventario descriptivo del material del contratista, y a la devolución a este de la parte de materiales del contratista, y así como de la parte de materiales que no utilizará la empresa para la terminación de los trabajos.

La Empresa tiene por otra parte, la facultad, sea de ordenar la convocatoria de un nuevo concurso, en principio sobre petición de ofertas, por cuenta y riesgo del contratista incumplidor, sea de ejercitar el derecho de rescisión pura y simple del contrato, sea de prescribir la continuación de la intervención.

Durante el periodo de régimen de intervención, el contratista podrá conocer la marcha de los trabajos, sin que pueda, de ninguna manera, entorpecer o dificultar las órdenes de la empresa.

El contratista podrá, por otra parte, ser liberado del régimen de intervención si justifica su capacidad para volver a hacerse cargo de los trabajos y llevarlos a buen fin.

Los excedentes de gastos que resulte de la intervención o del nuevo contrato serán deducidos de las sumas, que puedan ser debidas al contratista, sin perjuicios de los derechos de ejercer contra él en el caso de ser insuficientes.

Si la intervención o el nuevo contrato suponen, por el contrario, una disminución de los gastos, el contratista no podrá pretender beneficiarse en ninguna parte de la diferencia, que quedará a favor de la empresa.

4.8.3. ACCIDENTES DE TRABAJO Y DANOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo del ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado en la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será este el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precisos contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevengan. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

4.8.4. RESCISION DE CONTRATO

Cuando a juicio de la Empresa el incumplimiento por parte del contratista de alguna de las cláusulas del contrato, pudiera ocasionar graves trastornos en la realización de las obras, en el cumplimiento de los plazos, o en su aspecto económico, la Empresa podrá decidir la rescisión del contrato, con las penalidades a que hubiera lugar. Asimismo podrá proceder a la rescisión con pérdida de la fianza y garantía suplementaria si la hubiera, de producirse alguno de los siguientes supuestos.

- Cuando no se hubiese efectuado el montaje de las instalaciones y medios auxiliares o no se hubiera aportado la maquinaria relacionada en la oferta o su equivalente en potencia o capacidad en los plazos previstos incrementados en un 25%, o si el contratista hubiese sustituido dicha maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la empresa.
- Cuando se cumpla el plazo final de las obras y falte por ejecutar más del 20% de presupuesto de Obra característica. La imposición de las multas establecidas por los retrasos sobre dicho plazo, no obligará a la Empresa a la prórroga del mismo, siendo potestativo por su parte elegir entre la rescisión o la continuidad del contrato.

Será asimismo causa suficiente para la rescisión, alguno de los siguientes hechos.

- La quiebra, fallecimiento o incapacidad del contratista. En este caso, la empresa podrá optar por la rescisión del contrato, o porque subroguen en el lugar del contratista los indicios de la quiebra.
- La disolución, por cualquier causa, de la sociedad, si el contratista fuera una persona jurídica.

Se procederá a la rescisión, sin pérdida de la fianza por el contratista, cuando se suspenda la obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista, no sea posible dar comienzo a la obra adjudicada, dentro del plazo de 3 meses, a partir de la fecha de adjudicación.

En el caso de que se incurriese en las causas de resolución del contrato conforme a las cláusulas de este Pliego, la Empresa se hará cargo de las obras en la situación en la que se encuentren, sin otro requisito que el levantamiento de un Acta notarial o simple, si ambas partes prestan su conformidad, que refleje la situación de la obra, así como los acopios de materiales, maquinaria y medios auxiliares que el contratista tuviese en ese momento en el emplazamiento de los trabajos. Con este acto la empresa o el contratista, no podrán poner interdicto otra acción judicial, a las que renuncie expresamente.

Siempre y cuando el motivo de la rescisión sea imputable al contratista, este se obliga a dejar a disposición de la empresa hasta la terminación de los trabajos, la maquinaria y medios auxiliares existentes en la obra que la empresa estime necesario, pudiendo el contratista retirar los restantes. La Empresa abonará por los medios, instalaciones y maquinas que decida deben continuar en obra, un alquiler igual al estipulado en el baremo para trabajos por administración, pero descontando los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

El contratista se compromete como obligación subsidiaria de la cláusula anterior, a conservar la propiedad de las instalaciones, medios auxiliares y maquinaria seleccionada por la Empresa o reconocer como obligación preferente frente a terceros, la derivada de dicha condición.

La empresa comunicará al contratista, con 30 días de anticipación, la fecha en que desea reintegrar los elementos que venía utilizando, los cuales dejará de devengar interés alguno a partir de su devolución, o a los 30 días de la notificación, si el contratista no se hubiese hecho cargo de ellos. En todo caso, la devolución se realizará siempre a pie de obra, siendo por cuenta del contratista los gastos de su traslado definitivo.

En los contratos rescindidos, se procederá a efectos de garantías, fianzas, etc. a efectuar las recepciones provisionales y definitivas de todos los trabajos ejecutados por el contratista hasta la fecha de la rescisión.

4.8.5. PROPIEDAD INDUSTRIAL Y COMERCIAL

Al suscribir el contrato, el contratista garantiza a la Empresa contra toda clase de reclamaciones que se refieran a suministros y materiales, procedimientos y medios utilizados para la ejecución de las obras y que procedan de titulares de patentes, licencias, planos, modelos, marcas de fábrica o comercio.

En el caso de que fuera necesario, corresponde al contratista la obtención de las licencias o a las utilidades precisas y soportar la carga de los derechos e indemnizaciones correspondientes.

En caso de acciones dirigidas contra la empresa por terceros titulares de licencias, autorizaciones, planos, modelos, marcas de fábrica o de comercio utilizadas por el contratista para la ejecución de los trabajos, el contratista responderá ante la empresa del resultado de dichas acciones estando obligado además a prestarle su plena ayuda en el ejercicio de las excepciones que competen a la Empresa.

4.8.6. TRIBUNALES

El contratista renuncia al fuero de su propio domicilio y se compromete a sustanciar cuantas reclamaciones origine el contrato ante los tribunales.

4.8.7. DISPOSICIONES LEGALES

NORMATIVA DE INDOLE GENERAL PARA LA INDUSTRIA

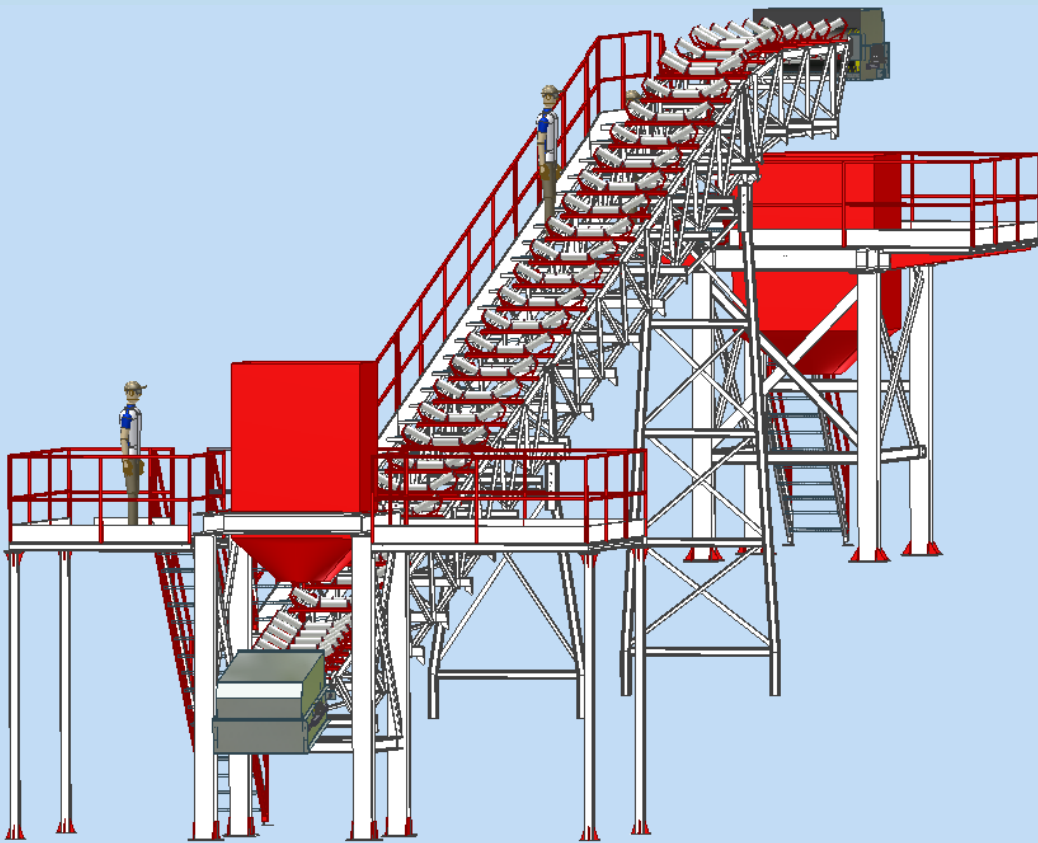
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de noviembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Directiva 89/391/CEE, relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora en la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, que modifica la Ley 31/1995 en sus artículos 47, 48 y 49.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Convenio 155 de la OIT sobre seguridad y salud de los trabajadores, de 22 de junio de 1981.
- Real Decreto 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de las medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 825/1993, de 28 de mayo, que determina Medidas Laborales y de Seguridad Social específicas a las que se refiere el artículo 6 de la Ley 21/1992.
- Orden de 29 de julio de 1993, que desarrolla el Real Decreto 825/1993.
- Real Decreto 697/1995, de 28 de abril, que desarrolla el Reglamento de Registro de Establecimientos Industriales de la Ley 21/1992.
- Real Decreto 2526/1998, de 27 de noviembre, que modifica el artículo 17.1 del anexo al Real Decreto 697/1995.
- Real Decreto A1823/1998, de 28 de agosto, sobre Composición y Funcionamiento de la Comisión para la Competitividad industrial, desarrollando la Ley 21/1992.

NORMATIVA SOBRE INSTALACIONES ELECTRICAS

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Con todo lo expuesto y demás documentos que acompañan, se considera descrito el presente proyecto.

CAPITULO 5 – ESTADO DE LAS MEDICIONES



5.1- ESTADO DE LAS MEDICIONES

Estado de Mediciones de un presupuesto de obra, es el conjunto de operaciones que se realizan sobre cada unidad de obra para obtener su cantidad. Tiene como misión precisar y determinar las unidades de cada partida o unidad de obra que configuran la totalidad del objeto del presupuesto.

La medición es la determinación de las dimensiones de cada unidad de obra. Deben incluir el número de unidades y definir las características, modelos, tipos y dimensiones de cada partida de obra o elemento del objeto del proyecto.

Estado de mediciones debe contener un listado completo de las partidas de obra que configuran la totalidad del proyecto. Se subdividirá en distintos apartados o subapartados (capítulos), correspondientes a las partes más significativas del objeto del proyecto siguiendo el mismo criterio que en memoria y pliego de condiciones.

Servirá de base para la realización del presupuesto de obra.

Nº PRESUPUESTO: 1 (1/3)		PRECIO COSTO		
CLIENTE: EUROARCE		PRECIO VENTA		
FECHA: 20/01/2014		REVISADO: 21/01/2014		
ASUNTO: Presupuesto cinta transportadora B 800		REALIZADO POR: AITOR HERAS LOPEZ		
CANTID AD	DESCRIPCION	PV. UNIDAD	PRECIO TOTAL	COSTO
	Cinta transportadora B 800			
	CABEZALES			2.500€
1	UD. CABEZAL MOTRIZ	350,00€	350,00€	
1	UD. MECANIZADOS-TAMBOR MOTRIZ	500,00€	500,00€	
1	UD. ENGOMADO-TAMBOR MOTRIZ	300,00€	300,00€	
2	UD. CASQUILLOS DE APRIETE (TOLLOK)	30,00€	60,00€	
2	UD. RODAMIENTOS (UCF)	60,00€	120,00€	
1	UD. CABEZAL TENSOR	350,00€	350,00€	
1	UD. MECANIZADOS-TAMBOR TENSOR	500,00€	500,00€	
2	UD. CASQUILLOS DE APRIETE (TOLLOK)	30,00€	60,00€	
2	UD. RODAMIENTOS (UCT)	60,00€	120,00€	
140	KG. GALVANIZADO (70KG/CABEZAL)	1,00€	140,00€	
	TRANSMISION			3.800€

CAPITULO 5 – ESTADO DE LAS MEDICIONES

1	MOTOTAMBOR + recubrimiento + soportes	3.800,00€	3.800,00€	
	BANDA			3.847€
68,51	(ML) 800 CAUCHO 4 TELAS (EP500/4 4+2)	42,00€	2.877,00€	
1	EMPALME EN FABRICA	970,00€	970,00€	
	RASCADORES			250€
1	UD. RASCADOR ESTANDAR	250,00€	250,00€	
	RODILLOS			4.125€
37	UD. ESTACIONES SUPERIORES	75,00€	2.775,00€	
18	UD. ESTACIONES INFERIORES	75,00€	1350,00€	
	SEGURIDADES			346€
1	UD. DETECTOR DE GIRO	50,00€	50,00€	
1	UD. TIRADOR DE CUERDA Y ACCESORIOS	296,00€	296,00€	
	VARIOS			1.914€
33	ML. MONTAJE TALLER	55,00€	1.815,00€	
33	ML. TORNILLERIA	3,00€	99,00€	
	PROTECCIONES			126€
1	PROTECCION INFERIOR CABEZAL TENSOR			
15	KG. ACERO CARBONO	6,00€	90,00€	
1,2	M2 MALLAZO GALVANIZADO 50x50 Ø4	30,00€	36,00€	
	CABALLETES			4.317€
1548	KG. CABALLETES	2,75€	4.257,00€	
1	VARIOS (ANCLAJES, RESINA, VARILLAS)	60,00€	60,00€	
	TOLVAS			926€
70	KG. TOLVA DE CARGA (chapa 4mm acero carbono)	5,00€	350,00€	
1,5	M2 GOMA TOLVA DE CARGA	75,00€	113,00€	
70	KG. TOLVA DE DESCARGA (chapa 4mm acero carbono)	5,00€	350,00€	
1,5	M2 GOMA TOLVA DE DESCARGA	75,00€	113,00€	
			TOTAL	22.151€

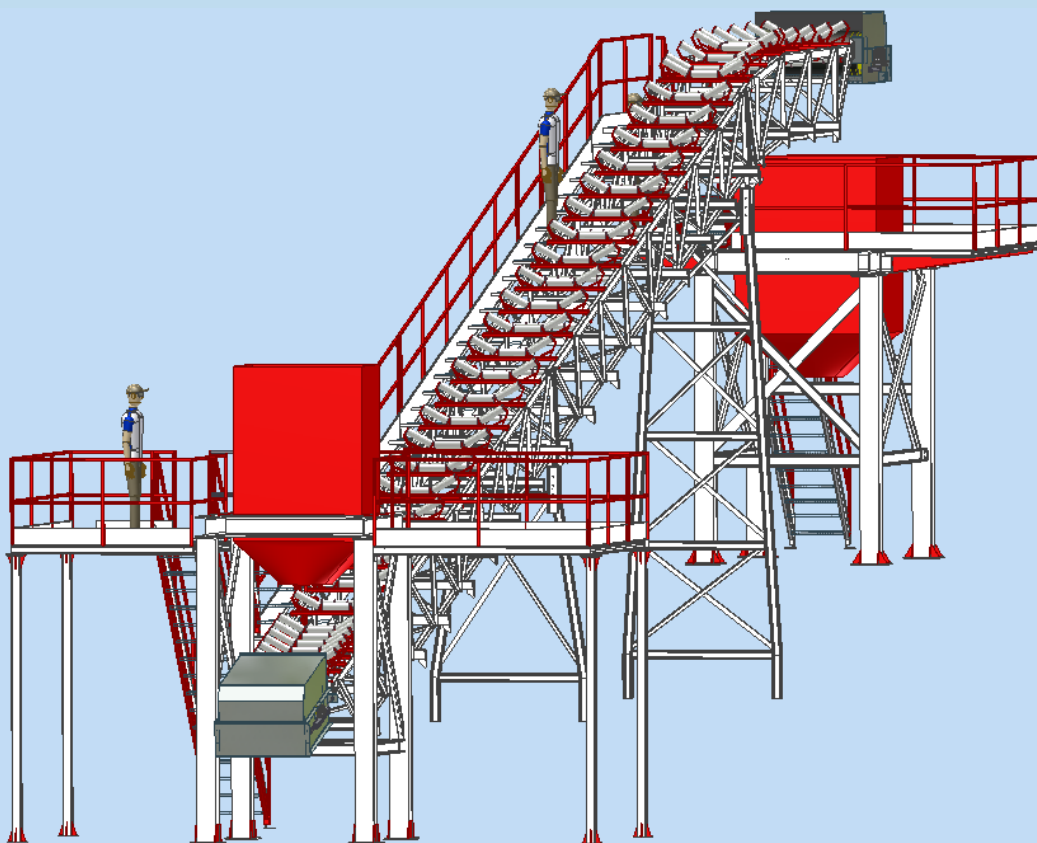
CAPITULO 5 – ESTADO DE LAS MEDICIONES

Nº PRESUPUESTO: 1 (2/3)		PRECIO COSTO		
CLIENTE: EUROARCE		PRECIO VENTA		
FECHA: 20/01/2014		REVISADO: 21/01/2014		
ASUNTO: Presupuesto cinta transportadora B 800		REALIZADO POR: AITOR HERAS LOPEZ		
CANTIDA D	DESCRIPCION	PV. UNIDAD	PRECIO TOTAL	COSTO
	Accesos y chasis cinta transportadora B800			
	CELOSIA			12.096€
33	ML. CELOSIA:			
1683	KG. CELOSIA (51 Kg/ml) se descuenta el chasis	4,00€	6.732,00€	
1056	KG. PASARELA CON EMPARRILLADO (32Kg/ml)	2,50€	2.640,00€	
19	M2 REJILLA GALVA. 30X30 CON MALLA 8X8	60,00€	1.140,00€	
264	KG. BARANDILLAS (8Kg/ml)	6,00€	1.584,00€	
	CHASIS			2.970€
990	KG. CHASIS (30 Kg/ml)	3,00 €	2970,00€	
			TOTAL	15.066€

CAPITULO 5 – ESTADO DE LAS MEDICIONES

Nº PRESUPUESTO: 1 (3/3)		PRECIO COSTO		
CLIENTE: EUROARCE		PRECIO VENTA		
FECHA: 20/01/2014		REVISADO: 21/01/2014		
ASUNTO: Presupuesto cinta transportadora B 800		REALIZADO POR: AITOR HERAS LOPEZ		
CANTIDAD	DESCRIPCION	PV. UNIDAD	PRECIO TOTAL	COSTO
	Escaleras auxiliares			
	ESCALERA 1			585€
57	KG. BASTIDOR ESCALERA (UPN-100)	4,00€	228,00€	
5	UD. PELDAÑO 700 CON REJILLA 30X30	25,00€	125,00€	
33	KG. BARANDILLA TUBULAR 30x30x1,5 MM.	5,00€	165,00€	
15	KG. APOYOS ESCALERA	2,50€	17,00€	
1	UD. TORNILLERIA ESCALERA	50,00€	50,00€	
	ESCALERA 2			878€
86	KG. BASTIDOR ESCALERA (UPN-100)	4,00€	342,00€	
8	UD. PELDAÑO 700 CON REJILLA 30X30	25,00€	188,00€	
48	KG. BARANDILLA TUBULAR 30x30x1,5 MM.	5,00€	242,00€	
23	KG. APOYOS ESCALERA	2,50€	56,00€	
1	UD. TORNILLERIA ESCALERA	50,00€	50,00€	
			TOTAL	1.463€

CAPITULO 6 – PRESUPUESTO



6.1- PARTE MECANICA

6.1.1 CINTA TRANSPORTADORA B800 (Nº1)

- Materia prima: Arcilla.
- Densidad: 1'2 Kg./dm³
- Granulometría: 0-100 mm.
- Caudal de diseño: 150 Tm/h.
- Velocidad: 1 m/s.
- Longitud entre centros: 33 m.
- Inclinación: 14°

6.1.2 CARACTERISTICAS GENERALES

- Transmisión
 - Mototambor: Ø500 mm.
 - Potencia instalada: 5'5 Kw.
 - Antirretorno: Integrado en mototambor
- Tambor tensor
 - Diámetro: Ø400 mm.
 - Construcción: Barra perforada.
 - Vulcanizado: No
 - Fijación tambor-eje: Aros cónicos de apriete tipo "Tollok"
 - Rodamientos: UCT
- Cabezal motriz y tensor con sus capuchas de protección correspondientes, todo galvanizado en caliente.
- Banda
 - Ancho: 800 mm.
 - Tipo: EP-500/4 4+2 Y (4 telas).

- Construcción del chasis en vigueta UPN-120 mm.
- Estaciones de rodillos superiores:
 - Tipo: Artesa 25° (3 Rodillos por estación)
 - Acabado: Galvanizado en caliente.
 - Rodillos: Ø89 x 323 mm. long.
- Estaciones de rodillos inferiores:
 - Tipo: Plano (1 Rodillo por estación)
 - Acabado: Galvanizado en caliente.
 - Rodillos: Ø89x 958 mm. long.
- Rascador:
 - Tipo: Fijo regulable.
 - Acabado: Galvanizado en caliente.
 - Sistema tensado: Automático tipo “Rosta”.
- Elementos de seguridad:
 - Dispositivo de seguridad con cable RAMSEY modelo 6031F
 - Sensor de giro.

6.1.3 ACCESORIOS

- Construcción del chasis en vigueta UPN con entramado en celosía construida con perfiles de ángulo y pasarela ancho 600 mm para revisión por un lado de la cinta, construida con perfiles de UPN (inclinaciones según normativa), pletinas de refuerzo y suelo en rejilla electrosoldada 30x30 con protección 8x8, y conjunto de barandillas de seguridad de altura 1000 mm, con montantes de pletina de 50x8 mm, pasamanos de Ø40x1'5 mm, quitamiedos intermedio de Ø25x1'5 mm, y rodapié de chapa plegada de espesor 2 mm y altura 150 mm. Las barandillas irán atornilladas. Los tramos de chasis serán de una longitud de 12.000 mm.
- Conjunto de caballetes para el soporte de la cinta, contruidos en acero al carbono.
- Tolva de descarga construida en chapa de espesor 6 mm en acero al carbono A42b, con cajón de caída y faldillas de goma.
- Tornillería completa galvanizada.
- 1 Escalera de acceso a la pasarela de servicio de la cinta de una altura de 1.000 mm., de ancho 700 mm e inclinación 41°. Construida en acero al carbono, con peldaños de rejilla galvanizada de 30 x 30 de 600 mm de ancho, y barandillas de seguridad.

- 1 Escalera de acceso a bancada desmenuzador de una altura de 1.500 mm., de ancho 700 mm e inclinación 41^0 . Construida en acero al carbono, con peldaños de rejilla galvanizada de 30 x 30 de 600 mm de ancho, y barandillas de seguridad.
- Conjunto de 8 placas de anclaje 400 x 400 mm. para el apoyo de los caballetes de la cinta.

6.2- EXCLUSIONES

6.2.1 - GENERALES

- IVA vigente en el momento de la facturación.
- Gastos de financiación.
- Permisos y licencias de obras así como los diferentes proyectos necesarios.
- Proyectos y boletines así como cualquier formato requerido por las administraciones pertinentes.
- Documentación para solicitud de licencias y/o presentación a organismos para legalización de la instalación, así como cualquier tipo de certificación.
- Cualquier material o trabajo ajeno a este presupuesto que no se precise.

6.2.2 - PARTICULARES

- Transporte del material hasta sus instalaciones.
- Cálculo de las cimentaciones y/o suministro de planos de cimentación u otros asociados a esta instalación, correspondientes a obra civil.
- Cuadros e instalación eléctrica.
- Puentes báscula.
- Reformas o modificaciones, tanto de material como en mano de obra que se realicen a petición del cliente y no detalladas en este presupuesto.
- Sondeas de nivel no especificadas.
- Cualquier recubrimiento no especificado en este presupuesto.
- Gastos de desplazamiento, alojamiento, dietas y horas de nuestros operarios por necesidades o incidencias ajenas a EUROMECA. De producirse EUROMECA se reserva el derecho de facturar aparte estos gastos.

6.3- OBSERVACIONES

EUROMECA, garantiza sus productos, y la instalación descrita en este presupuesto, por un periodo de doce meses a contar desde la fecha de entrega. Esta garantía comprende la sustitución del material, incluyendo la mano de obra. La garantía no será válida en el caso de que cualquier modificación o reparación de la misma no sea realizada por **EUROMECA**.

La garantía quedará sin efecto en los casos descritos a continuación:

- Desgaste natural y/o forzado de los elementos.
- Daños motivados por un indebido uso o mantenimiento, desconocimiento e impericia.
- Someter las máquinas a producciones superiores a las pactadas.
- Ataque químico o físico de productos que no figuren en las especificaciones de la oferta.
- Daños que sean fortuitos o de fuerza mayor.
- No seguir las instrucciones de nuestros manuales.
- No pagar el cliente cualquiera de los plazos estipulados con toda puntualidad.

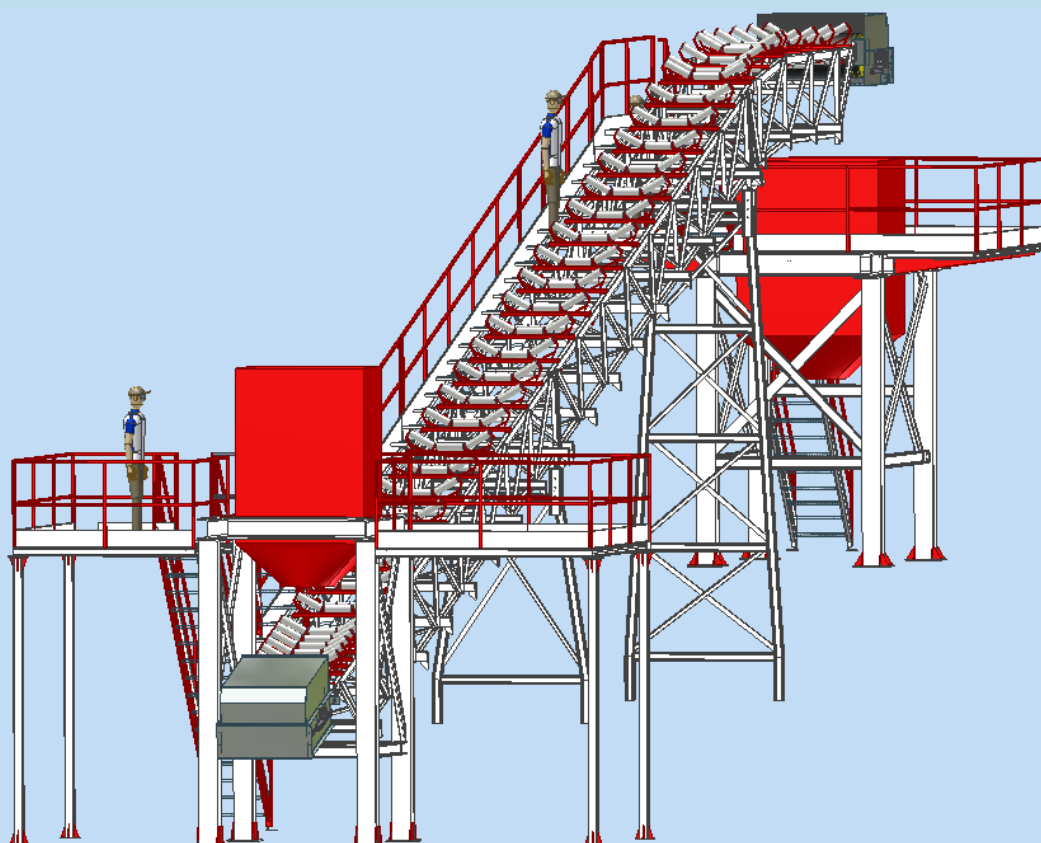
La garantía no cubre daños ocasionados por una reducción en la producción, así como otros daños indirectos que puedan derivarse de esta reducción.

Con relación a los materiales que no sean manufacturados por la empresa Euromeca y que formen parte del presente proyecto, la garantía será la del proveedor.

Así pues el presupuesto detallado de la cinta que atañe al presente proyecto se detalla a continuación.

Nº PRESUPUESTO: 1		PRECIO COSTO		
CLIENTE: EUROARCE		PRECIO VENTA		
FECHA: 20/01/2014		REVISADO: 21/01/2014		
ASUNTO: Presupuesto cinta transportadora B 800		REALIZADO POR: AITOR HERAS LOPEZ		
CANTIDAD	DESCRIPCION	PV. UNIDAD	PRECIO TOTAL	COSTO
1	PRESUPUESTO 1/3		21.151,00€	
1	PRESUPUESTO 2/3		15.066,00€	
1	PRESUPUESTO 3/3		1.463,00€	
			TOTAL (PEM)	37.680€
1	20 % gastos generales y cargas fiscales		7.536,00€	
1	6 % Beneficio industrial (aplicado al PEM +20%)		2.712,96€	
			TOTAL PEC	47.929€
1	7 % Proyecto y dirección de obras		3.355,02€	
			TOTAL (SIN IVA)	51.284€
1	21% IVA		10.256,80€	
			TOTAL	61.540,8€

CAPITULO 7 – ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA



7.1 – PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

7.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Una **cinta transportadora** es una máquina concebida para transportar por elevación a una velocidad constante y regulable materiales como áridos, escombros, etc. hasta el punto de la obra donde sea necesario. La seguridad en el diseño y fabricación de las cintas transportadoras es totalmente prioritaria en la previsión de accidentes laborales de las graveras y canteras. Estas máquinas por sus características generales tienen un índice de siniestralidad elevado, aunque mortal en pocas circunstancias.

Este documento es también válido para cintas transportadoras móviles sobre ruedas accionadas mediante un motor eléctrico.



Figura 7.1

Este documento muestra únicamente las **normas específicas de seguridad** que deberá seguir el operador de esta máquina para poder utilizarla de un modo seguro.

Este documento **no sustituye** al manual de instrucciones del fabricante. Las normas contenidas son de carácter general, por lo que puede que algunas recomendaciones no resulten aplicables a un modelo concreto.

Este documento está destinado a operadores de maquinaria alquilada, por lo que no se contemplan ni los riesgos generales existentes en una obra ni los riesgos derivados de las operaciones de transporte o mantenimiento de la máquina (operaciones que serán realizadas por las empresas de alquiler). Como este tipo de máquinas se suministran montadas tampoco se han incluido los riesgos derivados de las operaciones de montaje y desmontaje.

Este tipo de máquina se suele suministrar sin un cuadro de control y mando, ya que se trata de un equipo auxiliar destinado a ser intercalado en las líneas de proceso de instalaciones. **En estos, casos la empresa arrendataria será responsable tanto de la incorporación de un cuadro que cumpla con la normativa electrotécnica como de la conexión eléctrica de la cinta.** Estos trabajos sólo podrán ser llevados a cabo por electricistas profesionales.

La máquina sólo deberá emplearse para el fin al que ha sido destinada y siempre por **personal autorizado y formado** para su utilización.

El operador debe familiarizarse con el manejo de la máquina antes de usarla por primera vez. Deberá conocer las posibilidades y limitaciones de la máquina, el espacio necesario para maniobrar, la forma de parar rápidamente el motor y la misión de los dispositivos de seguridad.

Prestar una especial atención a todas las placas de información y advertencia dispuestas en la máquina.

Las operaciones de mantenimiento, reparación o cualquier modificación de la máquina **sólo podrán ser realizadas por personal especializado perteneciente a la empresa alquiladora**

No utilizar la máquina cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. En tal caso, poner la máquina fuera de servicio y avisar inmediatamente al servicio técnico de la empresa alquiladora.

7.1.2. ACCIDENTALIDAD

El análisis de la accidentabilidad en las cintas transportadoras de materiales a granel pone de manifiesto que se trata de aparatos que producen pocos accidentes, lo que se puede atribuir a la escasa presencia de operarios a pie de máquina y a la reducida tasa de manipulación en las mismas.

Igualmente se pone de manifiesto que, en su mayoría, los accidentes merecen la calificación de graves y dejan muy lamentables secuelas por incapacidades laborales permanentes debidas primordialmente a amputaciones, arrancamientos y desgarros musculares que inutilizan las extremidades superiores afectadas. También se constata que la mayoría de accidentes se producen por la manipulación directa de los operarios sobre partes de las cintas al intentar solucionar, sobre la marcha y sin parar, alguna anomalía en el funcionamiento (atascos, derrames, deslizamientos, etc.).



Figura 7.2. Señales que se pueden encontrar para una cinta transportadora.

7.1.3. ANTES DE COMENZAR A TRABAJAR

A continuación se describen algunas de las posibles prevenciones para los siguientes riesgos.

- **Caídas al mismo nivel:** Conocer las instrucciones de seguridad contenidas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra para la realización de trabajos con este tipo de máquina. Informarse cada día de otros trabajos que puedan generar riesgos (huecos, zanjas, etc.), de la realización simultánea de otros trabajos y del estado del entorno de trabajo (obstáculos, hielo, suciedad, etc.).
- **Daños a la máquina:** A la hora de elegir una cinta que sea adecuada al trabajo a realizar (anchura de banda, banda lisa o nervada, inclinación máxima, capacidad de

transporte, etc.), se deberá tener en cuenta el tipo y cantidad de material a transportar y la altura y distancia de transporte necesaria.

- **Adherencia de materiales en los rodillos y en la banda:** Transportar únicamente materiales que tengan una composición, humedad y granulometría dentro de los límites establecidos por el fabricante. Para transportar materiales húmedos, aceitosos, calientes o con aristas vivas se deberán emplear bandas especiales.
- **Caída de material desde la cinta:** Calcular el ángulo de la cinta, o poner en formación en artesa. En caso necesario se protegerá los laterales de la banda para evitar caída de material. No situar la máquina bajo zonas de circulación de cargas suspendidas ni en zonas de paso de vehículos.
- **Caídas desde altura:** No situar la máquina cerca de los **bordes de estructuras**, taludes o cortes del terreno, a no ser que éstos dispongan de protecciones colectivas efectivas (barandillas, etc.).
- **Contacto eléctrico directo:** Como norma general, no situar la máquina a menos de 2 m del borde de excavaciones, zanjas y taludes.
- **Golpes contra objetos fijos:** situar las protecciones necesarias para evitar la circulación de trabajadores y vehículos bajo la cinta (vallas, señales, etc.), especialmente cuando se transporten materiales de elevada granulometría.
- **Golpes por otras máquinas:** Cuando sea necesario establecer puntos de paso, éstos deberán estar señalizados y la cinta deberá disponer de dispositivos de recogida que eviten la caída de materiales sobre la zona de paso.
- **Incendio:** No utilizar nunca la máquina en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, combustible, etc.).
- **Contacto eléctrico directo:** Verificar en el Plan de Seguridad y Salud la posible existencia de líneas eléctricas aéreas. Informarse sobre las medidas preventivas que se han adoptado para evitar el contacto con dichas líneas o conducciones (desviación, protección, señalización, etc.). Mantener las siguientes distancias límites de aproximación a las líneas eléctricas aéreas: al menos 3 m para tensiones hasta 66 kV, un mínimo de 5 m para tensiones entre 66 kV y 220 kV y al menos 7 m para tensiones de 380 kV. No utilizar la máquina en lugares húmedos o mojados. Suspender los trabajos cuando las condiciones climatológicas sean adversas (niebla, lluvia, etc.).
- **Contacto eléctrico indirecto:** Tanto el cuadro de control como el cuerpo metálico de la cinta deberán estar conectados a tierra. El interruptor diferencial podrá ser de baja sensibilidad (300 mA) siempre que todas las masas de la máquina estén puestas a tierra, siendo ésta inferior a 80 ohmios. En caso contrario, el interruptor diferencial deberá ser de alta sensibilidad (30 mA). Antes de conectar la máquina a la toma de corriente, verificar que la tensión y

frecuencia coinciden con las indicadas en su placa de características. La conexión se debe realizar mediante clavijas estancas de intemperie. No realizar conexiones directas hilo-enchufe.

Cuando se empleen alargaderas, comprobar que son de la sección adecuada y que están provistas de hilo de tierra. Verificar siempre la continuidad del cable de tierra. Mantener el cable eléctrico desenrollado y alejado del calor, charcos de agua o aceite, aristas vivas o partes móviles. Proteger el cable eléctrico cuando discurra por zonas de paso de trabajadores o vehículos.

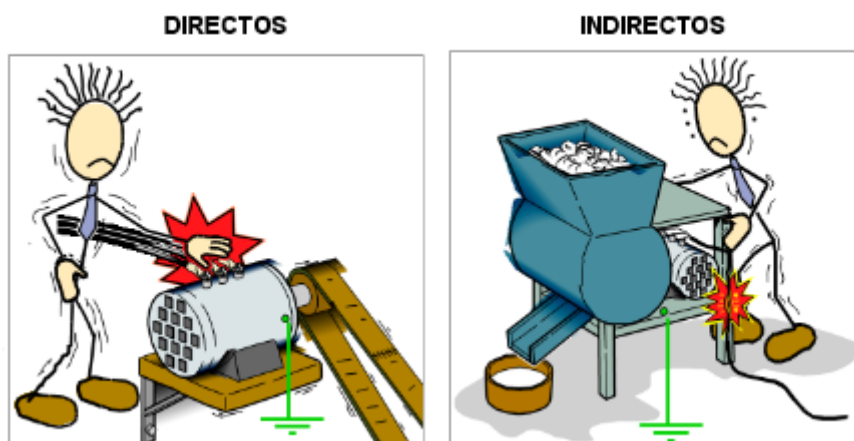


Figura 7.3. Contactos directos e indirectos.

7.1.4. EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI)

Usar ropa de trabajo con puños ajustables. No es recomendable llevar colgantes, cadenas, ropa suelta, etc. que puedan engancharse con elementos de la máquina.

Se deberán utilizar los equipos de protección individual que figuren en el **Plan de Seguridad y Salud** para las situaciones señaladas en el mismo. A continuación se muestra un ejemplo de los equipos que se suelen utilizar.

- *Calzado de seguridad.* Su uso es obligatorio en una obra. Deberá poseer suela antiperforante/antideslizante.
- *Casco de protección.* Su uso será obligatorio cuando se deba permanecer en las proximidades de la cinta.
- *Mascarilla con filtro mecánico.* Se recomienda su uso cuando exista un riesgo de inhalación de polvo al no disponer la cinta de capotaje o al no existir un ajuste entre la tolva y la superficie de la banda transportadora.
- *Gautes.* Se deberán utilizar durante las operaciones de manipulación de la carga.
- *Gafas de seguridad.* Se deberán utilizar cuando se hagan revisiones en marcha, observaciones del buen funcionamiento y trabajos bajo régimen de viento.
- *Mascarilla de seguridad antipolvo.* Se utilizará cuando haya riesgo que el material a transportar pueda ser perjudicial para nuestra salud.



Figura 7.4. EPIS básicos.

7.1.5. TRABAJANDO CON LA MAQUINA

- **Caídas desde altura:** Cuando sea necesario acceder al extremo más elevado de la cinta para realizar tareas de desatascos, vigilancia, etc., no se deberá subir nunca directamente por la banda o a través de escaleras manuales.

Las cintas que discurren elevadas o que ofrecen peligro de caída desde más de 2 metros de altura para el personal que debe circular por ellas o que deba situarse en ellas para realizar operaciones de mantenimiento, deberán disponer de plataformas de visita en las zonas de los tambores elevados y de pasarelas de visita a lo largo de los tramos elevados.

Tanto las pasarelas como las plataformas de visita, deben disponer de barandillas suficientemente resistentes y el piso, tanto si es continuo como si está formado por escalones, debe ser de material antideslizante ciego, ranurado o perforado y, en todo caso, debe permitir una fácil eliminación de las aguas y de las posibles acumulaciones de sedimentos, polvo, etc.



Figura 7.5. Ejemplo de buena seguridad.

- **Caída de material desde la cinta.** Cuando la alimentación a la cinta es irregular y con aportaciones puntuales que determinan la formación de montones sobre la banda, debe instalarse a la salida del tolván algún elemento de tipo fijo y oscilante cuyo cometido sea el de esparcir o extender los montones a fin de evitar derrames posteriores. Igualmente, para regular los desfases en producción de distintos elementos consecutivos, es aconsejable introducir entre estos elementos un tolván u otro elemento capaz de absorber y regular las diferencias de flujo.

En los tramos en que las cintas discurren sobre áreas de trabajo o de circulación, deben adoptarse medidas muy estrictas para evitar caída de materiales, especialmente si son de granulometría gruesa.

- Instalando encauzadores ajustados a la parte superior de la banda, que retengan los ocasionales fragmentos rodantes que se presenten.
- Carenando totalmente el tramo de cinta de forma que los posibles derrames queden retenidos en el interior.
- Disponiendo debajo de la cinta paneles de recogida, instalados con pendiente suficiente para que los derrames puedan ser encauzados y vertidos directamente en zonas no conflictivas.



Figura 7.6. Cubiertas para cintas transportadoras.

- **Daños a la máquina.** La aportación de material se deberá hacer lo más centrada posible sobre la zona de carga y de forma regular para evitar acumulaciones excesivas de material sobre determinados puntos de la banda transportadora.
- **Atrapamientos con partes móviles de la máquina.** No tocar nunca la cinta mientras el motor permanezca en funcionamiento. Las operaciones de limpieza de la cinta para eliminar materiales adheridos a la banda, rodillos o tambores se deberán realizar con el motor parado y con el cable eléctrico desconectado de la toma de corriente.



Figura 7.7

- **Inhalación de polvo.** Carenar la zona de recepción y de vertido instalando un sistema de extracción localizada cuyos volúmenes de captación deben canalizarse y someterse a un sistema de depuración. En los casos de exposición al viento será suficiente con el carenado del transportador.

Las comprobaciones diarias recomendadas son las siguientes.

- Verificar que la máquina no posea daños estructurales evidentes y que se mantiene la estanqueidad del cuadro eléctrico.
- Comprobar que la banda transportadora no presente desgarros, cortes o agujeros.
- Verificar que el resguardo del tambor de cola está en buen estado y se encuentra colocado correctamente.
- Verificar que las poleas y los cables del sistema de elevación de la cinta se encuentran en perfecto estado.
- Comprobar que los rascadores se encuentran en perfecto estado y que los rodillos y tambores no presentan materiales adheridos o incrustados.
- Comprobar que la cinta se encuentra equilibrada correctamente y que las ruedas están inmovilizadas.
- Verificar que la presión de los neumáticos sea la correcta y que no existan cortes en la superficie de rodadura.
- Comprobar que el cable eléctrico y la clavija de conexión se encuentran en buen estado.
- Verificar que la toma de tierra está en buen estado y se encuentra correctamente colocada en el terreno.

- Comprobar que las señales de información y advertencia permanecen limpias y en buen estado.
- Al comienzo de la jornada, se deberá poner la cinta en funcionamiento sin carga para verificar que.
 - El motor gira en el sentido correcto.
 - La tensión de la banda transportadora es la adecuada.
 - La banda está centrada en todo su recorrido y se desplaza sin producir ruidos o vibraciones extrañas.
 - La parada de emergencia funciona correctamente.

7.2 – DESMANTELACION

En caso de desmantelación de la máquina, lo primero que hay que hacer es desconectar la alimentación eléctrica del motor de accionamiento y el micro de seguridad, así como cualquier otro equipo que pudiera estar instalado sobre la banda y que precisase alimentación eléctrica.

Posteriormente la máquina se separará en componentes según su clase para que el gestor adecuado pueda recoger y tratar los restos del equipo adecuadamente.

Para ello se separaran las diferentes fracciones componentes según su clase, esto es, piezas férricas y metálicas en un grupo (chasis, ejes, tambores, capuchas...), piezas plásticas en otro (banda, faldilla, rascadores...), componentes con aceites, grasas e hidrocarburos en general en otro (reductores, rodamientos, rodillos...), cableado, microinterruptores, sensores y motores eléctricos en otro, etc...

En general, se requerirá de forma adicional una reducción del tamaño de los elementos mediante corte con soplete u otros, para facilitar tanto la manipulación como el posterior transporte de las piezas desmanteladas.

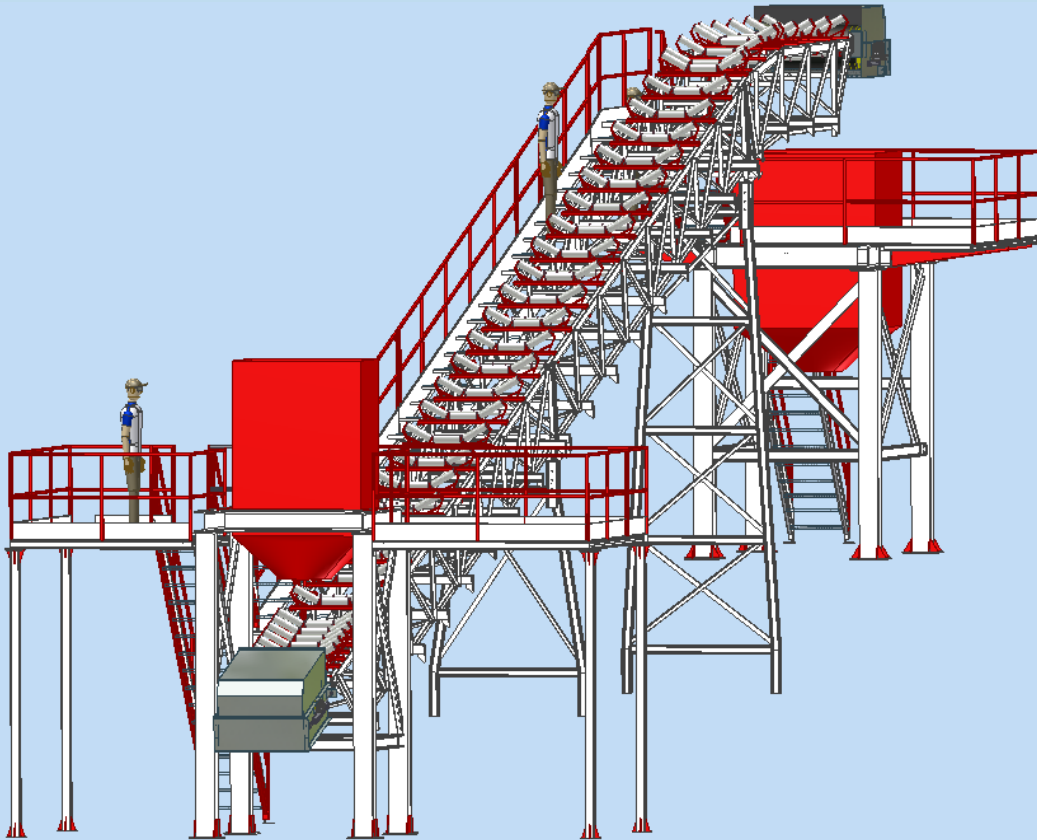
7.3 – NIVEL SONORO

El nivel de presión acústico continuo equivalente, es inferior a 70 DB(A) con lo que el empresario no está obligado a suministrar EPIS o disminuir ruido y el trabajador no está obligado a usarlos en caso de ser suministrados según normativa vigente.

7.4 – TENSION DE SERVICIO

La tensión de servicio de los motores será en este caso y normalmente de 400/690 V a 50 Hz, excepto en casos excepcionales donde la tensión será de 220/380 V a 50 Hz pues es la tensión de la instalación existente.

CAPITULO 8 - CONCLUSIONES



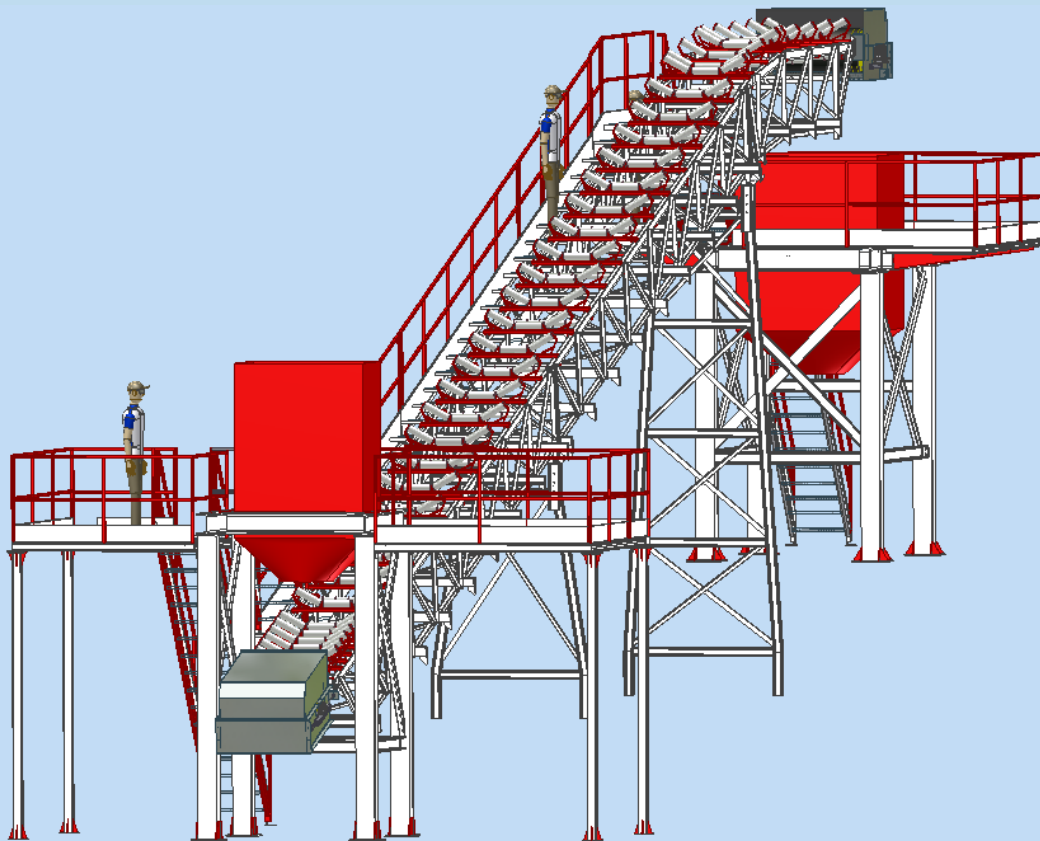
Como he podido constatar durante este estudio, en un proyecto real, la mayor parte de las decisiones y/o elecciones se basan en conocimientos empíricos, es decir, a través de la experiencia, pero hay que recalcar que dichos conocimientos empíricos se fundamentan en análisis mecánicos y por lo tanto, siempre debe de haber una complementación total entre ambos conocimientos. A la vez aprovecho para lanzar una reflexión (espero que constructiva) comentando la falta de estos fundamentos a través de la universidad, aunque cabe mencionar que además de los conocimientos, lo que se busca con el título es demostrar SOLVENCIA Y CAPACIDAD DE TRABAJO que el en futuro trabajo se complementará con la experiencia dando la solución perfecta.

Para el desarrollo de este proyecto he puesto de manifiesto conocimientos tanto económicos como técnicos para obtener un resultado real competitivo a la realidad del mercado actual al que va dirigido.

En la medida de lo posible he intentado plasmar todos mis conocimientos adquiridos a lo largo de mis estudios universitarios en la toma de decisiones finales.

El resultado final de este proyecto en lo que respecta al trabajo y producto final en su conjunto ha sido muy satisfactorio tanto para nuestro cliente como para mi empresa y especialmente para mí.

CAPITULO 9 - ANEXOS



9.1 – ANEXO DE CALCULOS

9.1.1. CALCULO DE LA CINTA Y RODILLOS

En este apartado se va a diseñar las partes de la cinta, es decir, elegir de varios catálogos las partes de la que va a constar nuestra cinta transportadora. Para ello previamente realizaremos los cálculos pertinentes utilizando la teoría y la documentación de partida ya explicadas en los apartados anteriores.

9.1.1.1. Verificación ancho banda

Una vez establecido el ancho de la banda, se verificará que la relación ancho banda/máximo tamaño del material cumple la *ecuación 2.5*

$$800 \geq 2,5 \times 150 = 375 \quad (9.1.)$$

Con lo cual se deduce que el ancho de banda es el correcto y nuestro cliente no iba mal encaminado.

9.1.1.2. Velocidad y ancho de banda

Aunque el cliente ha restringido la velocidad de la banda a 1 m/s debido a los mecanismos anteriores y posteriores, se deberá comprobar si esta velocidad cumple los requisitos debidos a problemas de abrasión, ancho de banda y tamaño de materia prima. Para ello se verificará que la velocidad máxima no sea superior a 1 m/s, descrito en la *Tabla 2.3*. En ella se fijará que para una banda de 800 mm de ancho, la velocidad sea menor que la máxima y que el tamaño de la materia prima también.

Tamaño		Banda	Velocidad max			
Dimensiones máximas		Ancho mín.				
uniforme hasta mm	mixto hasta mm	mm	A m/s	B	C	D
...	...					
170	300	800	3,5	3,2	2,75	2,35
...



Ahora se evaluará cuál es la forma de la estación portante, dada la velocidad impuesta por nuestro cliente y que cumpla con la capacidad de transporte volumétrico I_M requerido de 150 m³/h. Antes de ir a la *Tabla 2.5* será necesario el cálculo del ángulo de sobrecarga β .

Para ello se ira a la *Tabla 2.1* y según las características del material se elegirá un ángulo de reposo y sobrecarga.

En nuestro caso.

- Ángulo de reposo \longrightarrow 30-34°
- Ángulo de sobrecarga \longrightarrow 20°

Ahora se calculará la capacidad de transporte volumétrico I_{VT} (para la velocidad $v = 1$ m/s) dada la inclinación de la banda transportadora ($\delta=14^\circ$) según la ecuación 2.4 y despejando I_{VT} se obtiene.

$$I_{VT} = \frac{I_M}{v \times K \times K_1} = \frac{150}{1 \times 0,915 \times 1} = 163,93 \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad (9.2.)$$

Siendo

- I_M (dato de diseño) = $150 \frac{m^3}{h}$
- K (figura 2.3) = 0,915
- v (dato de diseño) = $1 \frac{m}{s}$
- K_1 (figura 2.3) = 1 por alimentación regular

Dirigiéndose a la Tabla 2.5 se halla.

Ancho Banda mm	Angulo de sobrecarga β	$L_{VT} \text{ m}^3/h$				
		$\lambda = 20^\circ$	$\lambda = 25^\circ$	$\lambda = 30^\circ$	$\lambda = 35^\circ$	$\lambda = 45^\circ$
800	5°	139,6	162,0	182,1	198,3	227,1
	10°	173,6	194,4	212,7	226,8	252,0
	20°	244,0	262,8	278,2	290,1	306,0
	25°	275,0	299,1	313,2	322,9	334,8
	30°	324,0	339,4	352,4	359,2	367,9

*Realmente debería de ser suficiente con mucho menos, pero por motivos de diseño EUROMECA decide homogeneizar sus obras y por lo tanto se selecciona con $\lambda = 35^\circ$.

Como se puede observar el elegido cumple pues.

$$290,1 \geq 163,93 \quad (9.3.)$$

Se descarta un solo rodillo porque el material va de 0,1 a 150 mm con lo cual siendo plano se corre el riesgo de perder material. De dos rodillos se descarta también porque saldrían rodillos muy largos para el ancho de banda de 800. Entonces el mejor candidato es el de 3 rodillos, ya que el material se acumulará y no caerá por los laterales, además de tener una longitud óptima.

9.1.1.3. Paso de las estaciones

El paso se elige en función de la flexión de la banda entre dos estaciones portantes consecutivas. La *Tabla 2.6* permite determinar el paso máximo de las estaciones, en función del ancho de la banda y del peso específico del material a transportar. Habrá que controlar luego que la flecha no supere el 2 % del paso (en este caso no será necesario, ya que al estar dentro de la tabla debe cumplir la normativa).

Una flecha de flexión mayor originaría durante el movimiento de la banda deformaciones de la masa del material, y por lo tanto rozamientos más elevados. Esto determinaría un mayor trabajo y por lo tanto mayor absorción de potencia, esfuerzos anómalos tanto por parte de los rodillos como de la banda así como un desgaste prematuro de su revestimiento.

Para este caso, dado un ancho de la banda de 800 mm con peso específico del material de 1 t/m^3 , la *Tabla 2.6* indica que.

Ancho de banda	Paso de las estaciones			
	Ida			Retorno
	Peso específico del material a transportar t/m^3			
	< 1,2	$1,2 \div 2$	> 2	
m	m	m	m	m
800	1,5	1,35	1,25	3

Así pues los pasos de ida serán de 1,5 metros y los de retorno de 3 metros.

Cálculos para la elección de los rodillos

De la *Tabla 2.16* con una banda de 800 mm y una velocidad de 1 m/s, se eligen rodillos con un diámetro de 89 que es el más pequeño aunque 108 también cumpliría. El porqué de elegir el más pequeño entre los dos es meramente económico.

Ancho banda mm	Para velocidad							
	$\leq 2 \text{ m/s}$			$2 \div 4 \text{ m/s}$			$\geq 4 \text{ m/s}$	
	Ø rodillos mm			Ø rodillos mm			Ø rodillos mm	
800	89	108		89	108	133	133	

Se determina ahora la carga que gravita sobre los rodillos de ida y de retorno. Para ello primero se obtendrán las características de nuestra banda. Los valores de la banda se consiguen del catálogo ubicado en el anexo **9.2-Catálogo de bandas**. De ello se alcanza el siguiente código.

800 EP-500/4 4+2 y

Donde

- 800: Ancho de banda en mm.
- EP-500/4: Tipo de carcasa.

- EP: Tejidos sintéticos denominados EP (poliéster en la urdimbre y nylon en la trama).
- 500: Resistencia de la carcasa a la rotura expresada en N/mm.
- /4: Carcasa fabricada con 4 tejidos EP.
- 4: Recubrimiento cara de trabajo en mm.
- 2: Recubrimiento cara de rodadura en mm.
- Y: Tipo de calidad del caucho.

Al utilizar esta banda su resistencia será igual a 500 N/mm con revestimiento de espesor 4+2 que da un valor q_{bn} (Tabla 2.10) de 4,6 kg/m². Ahora sabiendo que el peso total de la banda q_b se puede determinar sumándole al peso del núcleo de la banda, el del revestimiento superior e inferior, es decir, aprox 1,15 kg/m² por cada mm de espesor de revestimiento se obtiene.

$$q_b = q_{bn} + 1,15 \times (4 + 2) = 11,5 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \quad (9.4.)$$

Con esto se tiene que.

- Para los **rodillos de ida**
 - la carga estática será (ecuación 2.29)

$$Ca = a_o \times \left(q_b \times \frac{Iv}{3,6 \times v} \right) \times 0,981 = 78,235 \text{ [daN]} \quad (9.5.)$$

Donde

- ❖ a_o (Tabla 2.6) = 1,5 m
- ❖ I_v (parametro de diseño) = $150 \frac{T}{h}$
- ❖ v (parametro de diseño) = $1 \frac{m}{s}$

- La carga dinámica será (ecuación 2.31)

$$Ca_1 = Ca \times Fd \times Fs \times Fm = 87,78 \text{ [daN]} \quad (9.6.)$$

Donde

- ❖ Fd (Tabla 2.20) = 1,02
- ❖ Fs (Tabla 2.18) = 1,1
- ❖ Fm (Tabla 2.19) = 1

- Carga sobre el rodillo central (ecuación 2.33)

$$ca = Ca_1 \times Fp = 58,812 \text{ [daN]} \quad (9.7.)$$

Donde

- ❖ Fp (Tabla 2.17) = 0,67

- Para los **rodillos de retorno**
 - La carga estática será (ecuación 2.30)

$$Cr = a_u \times q_b \times 0,981 = 33,844 \text{ [daN]} \quad (9.8.)$$

Donde

$$\diamond a_u (\text{Tabla 2.6}) = 3 \text{ m}$$

- La carga dinámica será (ecuación 2.32)

$$Cr_1 = Cr \times Fs \times Fm \times Fv = 31,645 \text{ [daN]} \quad (9.9.)$$

Donde

$$\diamond Fv (\text{Tabla 2.21}) = 0,85$$

- Eligiendo la estación de retorno plana tendremos que la carga sobre el rodillo de retorno será (ecuación 2.34)

$$cr = Cr_1 \times Fp = 31,645 \text{ [daN]} \quad (9.10.)$$

Donde

$$\diamond Fp (\text{Tabla 2.17}) = 1$$

9.1.1.4. Esfuerzo tangencial y potencia absorbida

El objetivo de este apartado es obtener el esfuerzo tangencial total F_U en la periferia del tambor motriz. El esfuerzo tangencial F_U viene dado por la suma algebraica de los esfuerzos tangenciales F_a y F_r correspondientes a los tramos de banda superior e inferior como se pudo observar en la ecuación 2.7. Es por ello que el nuevo cálculo se centrará ahora en los parámetros necesarios para obtener F_a y F_r (ecuaciones 2.8 y 2.9.)

Para el cálculo de estos esfuerzos es necesario previamente la obtención de los valores q_{RO} , q_{RU} , q_G , L , Cq , f , Ct , q_b aplicando las ecuaciones (2.11, 2.12 y 2.1 respectivamente) y las Tablas (2.7, 2.9 y 2.8). Se recuerda que para aplicar las ecuaciones 2.11 y 2.12 se deberá saber el peso de las partes giratorias estaciones superiores (P_{prs}) y el peso de las partes giratorias estaciones inferiores (P_{pri}). Por lo tanto se acudirá a la Tabla 2.11 dónde con el ancho de banda y el tipo de rodillo se obtendrá estos dos valores.

- $P_{prs} = 10,4 \text{ Kg}$
- $P_{pri} = 7,8 \text{ Kg}$

Ahora sí, ya se está dispuesto para aplicar esas ecuaciones, así pues los valores obtenidos son los siguientes.

$$q_{RO} = \frac{P_{prs}}{a_o} = 6,933 \left[\frac{kg}{m} \right] \quad q_{RU} = \frac{P_{pri}}{a_u} = 2,6 \left[\frac{kg}{m} \right]$$

Para aplicar la *ecuación 2.1* en primer lugar se deberá saber la velocidad (que ya quedo impuesta por el cliente y explicada en el apartado **1.8 requisitos de diseño** del primer capítulo). Así pues se obtiene.

$$q_G = \frac{Iv}{3.6 \times v} = 41,66 \left[\frac{kg}{m} \right] \quad (9.11.)$$

La longitud de la cinta **L** es otro de los datos de diseño facilitados por el cliente y **q_b** ha sido calculado anteriormente (véase *ecuación 2.34*). Con lo cual solo queda por calcular los coeficientes de resistencias y de rozamiento. De las tablas ya nombradas dos párrafos precedentes se consigue lo siguiente.

Cintas transportadoras horizontales, ascendentes o ligeramente descendentes	Velocidad m/s					
	1	2	3	4	5	6
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores estándares	0,0160	0,0165	0,0170	0,0180	0,0200	0,0220

Distancia entre ejes m	Cq
30	2,6
32,5	2,5
40	2,2

Temperatura °C	Ct
+ 20°	1
+10 °	1,01
0	1,04
-10°	1,10
-20°	1,16
-30°	1,27

- **Cq.** Se obtiene de la tabla mediante interpolación.
- **Ct.** Se obtiene basándonos en la T° ambiente

Finalmente se aplicará *las ecuaciones 2.8 y 2.9* y realizaremos la suma de ambas para obtener de esta manera **F_U**.

$$Fa = [L \times Cq \times Ct \times f (q_b + q_G + q_{RO}) \pm (q_G + q_b) \times H] \times 0.981 = 430,237 \text{ [daN]} \quad (9.12.)$$

$$Fr = [L \times Cq \times Ct \times f (q_b + q_{RU}) \pm (q_b \times H)] \times 0.981 = -57,561 \text{ [daN]} \quad (9.13.)$$

$$F_U = Fa + Fr = 372,676 \text{ [daN]} \quad (9.14.)$$

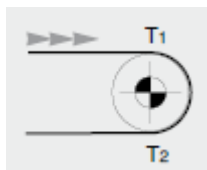
Con todo ello solo faltará calcular la potencia necesaria del motor, para ello se utilizará la *ecuación 2.10* siendo η la eficiencia del reductor y de eventuales transmisiones. En este caso el proveedor ha facilitado esta eficiencia siendo está de 0,86.

$$P = \frac{F_U \times v}{100 \times \eta} = 4,4 \text{ [KW]} \quad (9.15.)$$

9.1.1.5. Tensiones T_1 - T_2 - T_3 - T_0 - T_g

La cinta transportadora es accionada por un único mototambor revestido de goma situado en la cabeza, sin tambor de inflexión con lo cual el ángulo de abrazamiento es 180° y poseyendo un dispositivo de tensión de tornillo situado en la cola de la cinta transportadora.

Es por ello que según la *Tabla 2.12* C_w será.

Tipo de motorización	Ángulo de abrazamiento α	Tensor de contrapeso		Tensor de tornillo	
		Sin revest.	Con revest.	Sin revest.	Con revest.
	180°	0,84°	0,50	1,20	0,80

Así pues con este dato ya se puede empezar a definir cuáles son las tensiones.

- La tensión anterior al tambor motriz vendrá dada por (*ecuación 2.15*)

$$T_2 = F_u \times C_w = 298,14 \text{ [daN]} \quad (9.16.)$$

- La tensión máxima después del tambor será (*ecuación 2.14*)

$$T_1 = F_u + T_2 = 596,28 \text{ [daN]} \quad (9.17.)$$

- La tensión después del tambor de retorno viene dada por *ecuación 2.16*

$$T_3 = T_2 + F_{r1} = 240,58 \text{ [daN]} \quad (9.18.)$$

- Las tensiones T_0 mínima y tensiones debidas a contrapeso T_g no proceden.

9.1.1.6. Elección de la banda

Aunque la banda ya este elegida, en este apartado se verificará que la banda cumple los requisitos de tensiones mínimas aceptables. Así pues, dada la máxima tensión de trabajo del transportador T_1 , se puede lograr la tensión unitaria de trabajo de la banda Tu_{max} por milímetro de ancho utilizando la ecuación 2.20.

$$Tu_{max} = \frac{T_{max} \times 10}{N} = 7,416 \text{ [N/mm]} \quad (9.19.)$$

Como $7,416 < 500$ (valor máximo de catálogo para la banda EP-500/4 seleccionada previamente en sección 9.1.1.3.), no hace falta recalcular nada y cumple perfectamente con los requisitos impuestos. En caso de no cumplir todas las hipótesis tomadas desde el principio (elección de rodillos incluida) se deberá repetir todos los cálculos de los que se ha partido.

9.1.1.7. Determinación del diámetro del eje del tambor motriz

Siguiendo la *Tabla 2.13* donde se indican los diámetros mínimos recomendados en función del tipo de pieza intercalada utilizada, a fin de evitar daños en la banda por separación de telas o desgarradura de los tejidos, se puede conseguir dichos diámetros. Para ello se utilizará la carga de rotura de nuestra banda que es de 500 N/mm y se hallará lo siguiente.

Carga de rotura de la banda	Bandas reforzadas con productos textiles DIN 22102			Bandas reforzadas con elementos metálicos ST DIN 22131		
N/mm	Ø tambor motriz mm	Contra-tambor	Desviador	Ø tambor motriz mm	Contra-tambor	Desviador
315	315	250	200	-	-	-
400	400	315	250	-	-	-
500	500	400	315	-	-	-

Ahora ya sabemos que el diámetro del tambor motriz debe ser de 500 mm y que el del contratambor de 400 mm. Una vez es sabido el diámetro a utilizar, se calculará el diámetro del eje tambor motriz. Para poder calcular el diámetro de dicho eje, se deberá acudir a la ecuación 2.27, aunque previamente para poder usarla se calculará la resultante Cp , el momento de flexión, el momento de torsión, el momento ideal de flexión y finalmente el módulo de resistencia. Es por ello que se deberá seguir las directrices del apartado “dimensionado del eje del tambor motriz y contratambor”. Y de acuerdo a la ecuación 2.21.

$$Cp = \sqrt{(T_1 + T_2)^2 + q_t^2} = 921,079 \text{ [daN]} \quad (9.20.)$$

Donde

- T_1 y T_2 han sido calculadas previamente
- q_t = Peso del tambor (según catalogo) = 220 daN

Con esto y de acuerdo con la ecuación 2.22

$$Mf = \frac{Cp}{2} \times a_g = 82,897 \text{ [daNm]} \quad (9.21.)$$

Donde

- **Cp** ha sido calculado anteriormente.
- **a_g** (siendo la distancia entre el soporte y brida superior, según catalogo) = 0,180 m

A continuación y de acuerdo con la ecuación 2.23

$$Mt = \frac{P}{n} \times 954,9 = 109,988 \text{ [daNm]} \quad (9.22.)$$

Donde

- **P** ha sido calculada.
- **n** = $\frac{rev}{min}$ (se calcula según ecuación 2.28) = $38,2 \frac{rev}{min}$

Seguidamente aplicando la ecuación 2.24

$$Mif = \sqrt{(Mf^2 + 0,75Mt^2)} = 126,27 \text{ da [daNm]} \quad (9.23.)$$

Donde

- **σ_{amm}** se obtiene de la tabla 2.14 sabiendo que el acero templado = $7,82 \frac{daN}{mm^2}$

Y con la ecuación 2.24 conseguimos

$$W = \frac{Mif \times 1000}{\sigma_{amm}} = 16147,059 \text{ [mm}^3\text{]} \quad (9.24.)$$

Finalmente con la ecuación 2.27 podemos conseguir

$$d = \sqrt[3]{\frac{W \times 32}{\pi}} = 54,789 \text{ [mm]} \quad (9.25.)$$

Siendo **d** el diámetro mínimo necesario para el eje motriz.

9.1.1.8. Determinación del diámetro del eje del contratambor

El diámetro del tambor ya ha sido determinado en el apartado anterior. Así pues para determinar el diámetro del eje del contratambor se deberá seguir otra vez las instrucciones del apartado “dimensionado del eje del tambor motriz y contratambor”.

En primer lugar se calculará la resultante de la tensión y del peso del tambor ***C_{pr}*** de la misma manera que se calcula ***C_p***, pero siendo ***q_R*** el peso del contratambor obtenido mediante el catálogo (*Tabla 10.5*). Para ello nos basaremos en las *ecuaciones* (2.21, 2.22, 2.26, 2.27) respectivamente.

$$C_p = \sqrt{(2 \times T_3)^2 + q_R^2} = 510,309 \text{ [daN]} \quad (9.26.)$$

$$M_f = \frac{C_{pr}}{2} \times a_g = 45,928 \text{ [daNm]} \quad (9.27.)$$

$$W = \frac{M_f \times 1000}{\sigma_{amm}} = 5873,12 \text{ [mm}^3\text{]} \quad (9.28.)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{W \times 32}{\pi}} = 39,11 \text{ [mm]} \quad (9.29.)$$

Siendo ***d*** el diámetro mínimo necesario para el eje del tambor de retorno.

9.1.2. Selección de las piezas de la cinta transportadora




9.1.2.1. Elección del tipo de rodillo PSV

Dentro de la serie PSV de la marca Rulmeca hay tipos diferentes de rodillo como se ve a continuación.

- PSV 1
- PSV 2
- PSV 3
- PSV 4
- PSV 5

Dependiendo de la carga, ancho y velocidad de banda se escogerá uno u otro del catálogo de Rulmeca. Esto se puede observar en la siguiente Figura.

Choice of roller in relation to load capacity in daN, to diameter, to belt width and speed

ROLLER				PSV 1								PSV 2								PSV 3								
Ø	Belt Width Arrangements			C	belt speed m/s								belt speed m/s								belt speed m/s							
mm				mm	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	
89			400	168	179	157	142	132	124																			
		300	500	208	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190												
		400	650	258	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190												
		500	900	323	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190												
		300	1000	388	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190												
		800	1200	473	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190												
		400		508	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190												
			1400	538	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190												
		500	1000	1600	608	179	157	142	132	124			274	240	218	202	190											
			1200		708	173	157	142	132	124			274	240	218	202	190											
		650			758	161	157	142	132	124			274	240	218	202	190											
			1400		808	150	150	142	132	124			274	240	218	202	190											
			1600		908	133	133	133	132	124			274	240	218	202	190											
		800			958	126	126	126	126	124			274	240	218	202	190											
		1200			1158	104	104	104	104	104			267	240	218	202	190											
		1400			1408	85	85	85	85	85			224	224	218	202	190											
		1600			1608	75	75	75	75	75			201	201	201	201												
				1808								183	183	183	183													

(for a project life of bearings of 30.000 hours)




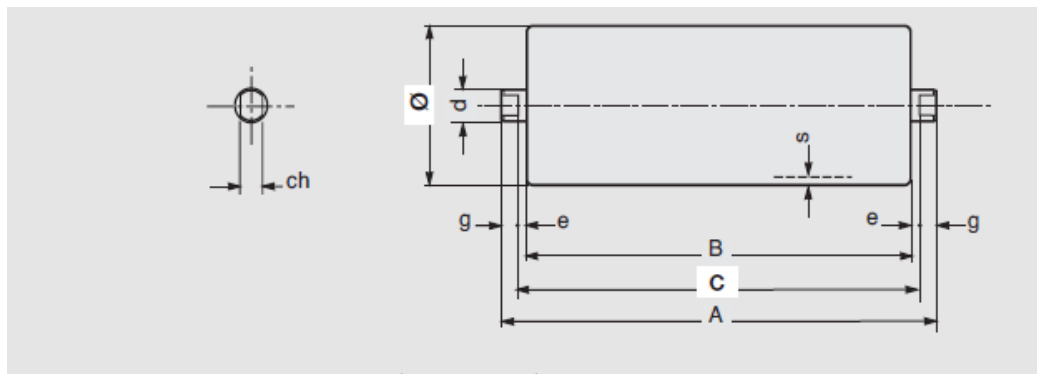
PSV 4									PSV 5							PSV 7							ROLLER						
belt speed m/s									belt speed m/s							belt speed m/s							C		Belt Width Arrangements		Ø		
1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5		1	2	3	4	4.5	5	6		1	2	3	4	4.5	5	6	mm				mm	
																								168			400		
																								208		300	500		
																								258		400	650		
381	333	302	281	264					549	435	380															323		500	800
381	333	302	281	264					549	435	380														388	300	650	1000	
381	333	302	281	264					549	435	380														473		800	1200	
381	333	302	281	264					549	435	380														508	400			
381	333	302	281	264					549	435	380														538		1400		
381	333	302	281	264					549	435	380														608	500	1000	1600	
381	333	302	281	264					549	435	380														708		1200		
381	333	302	281	264					549	435	380														758	650			
381	333	302	281	264					549	435	380														808		1400		
381	333	302	281	264					549	435	380														908		1600		
381	333	302	281	264					549	435	380														958	800			
381	333	302	281	264					549	435	380														1158	1000			
381	333	302	281	264					512	435	380														1408	1200			
337	333	302	281	264					337	377	377														1608	1400			
233	233	233	233	233					233	233	233														1808	1600			

Tabla 10.1: Tabla del catálogo de Rulmeca con los diferentes tipos de rodillo serie PSV.


Se escoge el PSV 1, ya que cumple con los requisitos y es el más económico. Así mismo se busca en el catálogo donde esta PSV 1 sus características, ellas quedan descritas en la Figura siguiente.



Ø 89 N

Bearing 6204
(20 X 47 X 14)

d = 20
ch = 14
s = 3
e = 4
g = 9

Belt	roller												
width mm	dimensions mm				weight Kg		load capacity daN						
arrangements 	B	C	A	rotating parts total		belt speed m/s 0.5 1 1.5 2 2.5 3							
400	160	168	186	1.7	2.2	226	179	157	142	132	124		
300 500	200	208	226	2.0	2.5	226	179	157	142	132	124		
400 650	250	258	276	2.3	3.0	226	179	157	142	132	124		
500 800	315	323	341	2.7	3.6	226	179	157	142	132	124		
300 500 1000	380	388	406	3.1	4.1	226	179	157	142	132	124		
800 1200	465	473	491	3.7	4.9	226	179	157	142	132	124		
400	500	508	526	3.9	5.2	226	179	157	142	132	124		
1400	530	538	556	4.1	5.5	226	179	157	142	132	124		
500 1000	600	608	626	4.6	6.1	204	179	157	142	132	124		
1200	700	708	726	5.2	7.0	173	173	157	142	132	124		
650	750	758	776	5.5	7.4	161	161	157	142	132	124		
1400	800	808	826	5.8	7.9	150	150	150	142	132	124		
800	950	958	976	6.8	9.2	126	126	126	126	126	124		
1000	1150	1158	1176	8.1	11.0	104	104	104	104	104	104		
1200	1400	1408	1426	9.7	13.2	85	85	85	85	85	85		
1400	1600	1608	1626	11.0	15.0	75	75	75	75	75	75		

The indicated load capacity relates to a project working life of 30000 hours.

Tabla 9.2: Tabla del catálogo de Rulmeca con las especificaciones del rodillo PSV 1 Ø 89.

En conclusión los rodillos elegidos son del tipo **PSV 1 20 F* 89 323**, con rodamientos 6204 de longitud $C = 323$ mm con una capacidad de carga de 179 daN que cumple con la capacidad de transporte requerida sobre el rodillo central de 58,81 daN.



Figura 9.1: Foto de los rodillos de ida modelo PSV.

9.1.2.2. Rodillos de retorno

Se elige lo mismo y se tiene los mismos criterios que en el rodillo de ida, lo único que cambia sería en la última *Tabla 9.2* que se elegiría que fuera plano, ya que el retorno debe ser plano. Así pues los rodillos elegidos son los del tipo **PSV 1 20 F*89 958**, con rodamientos 6208 de longitud $C = 958$ mm (cinta plana) con una capacidad de carga de 126 daN que cumple con la capacidad de transporte requerida de 31,645 daN.



Figura 9.2: Foto de los rodillos de retorno modelo PSV.

9.1.2.3. Elección de los tambores

Como se ha visto en el apartado de diseño de la cinta el diámetro del tambor motriz es de 500 mm y el del tambor loco de 400 mm.

9.1.2.4. Tambor motriz

Entre todas las opciones comentadas en el capítulo 2 se declina por el 500 L, ya que la carga es constante, y no son requeridas tensiones muy grandes como se observó en el apartado anterior. Las características del mototambor están abajo descritas.

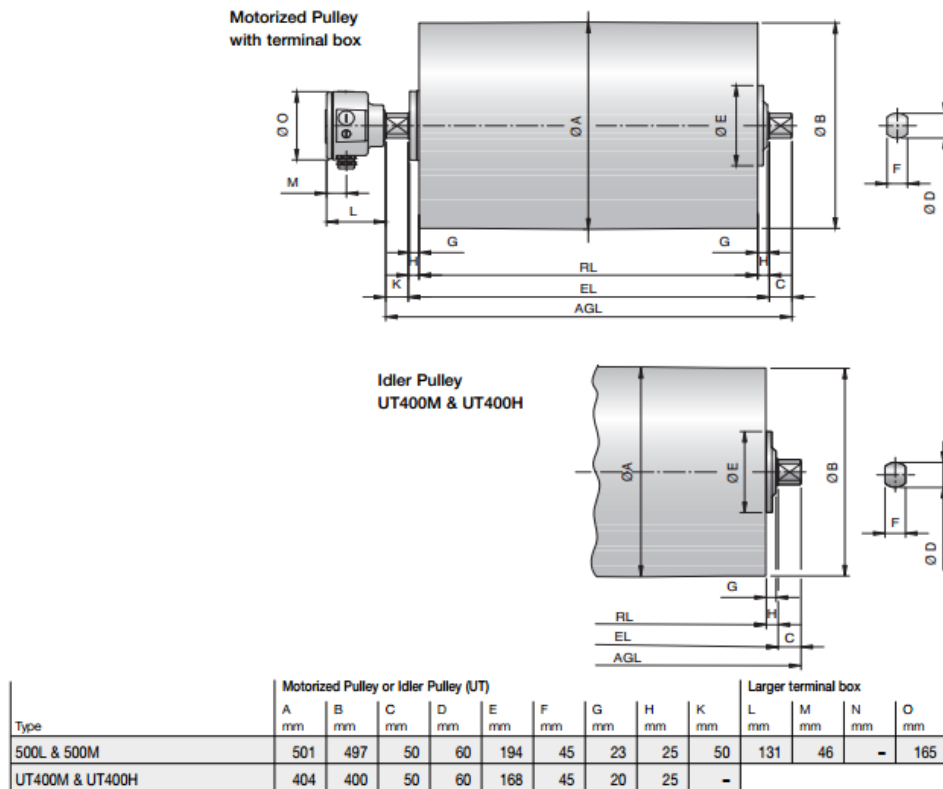


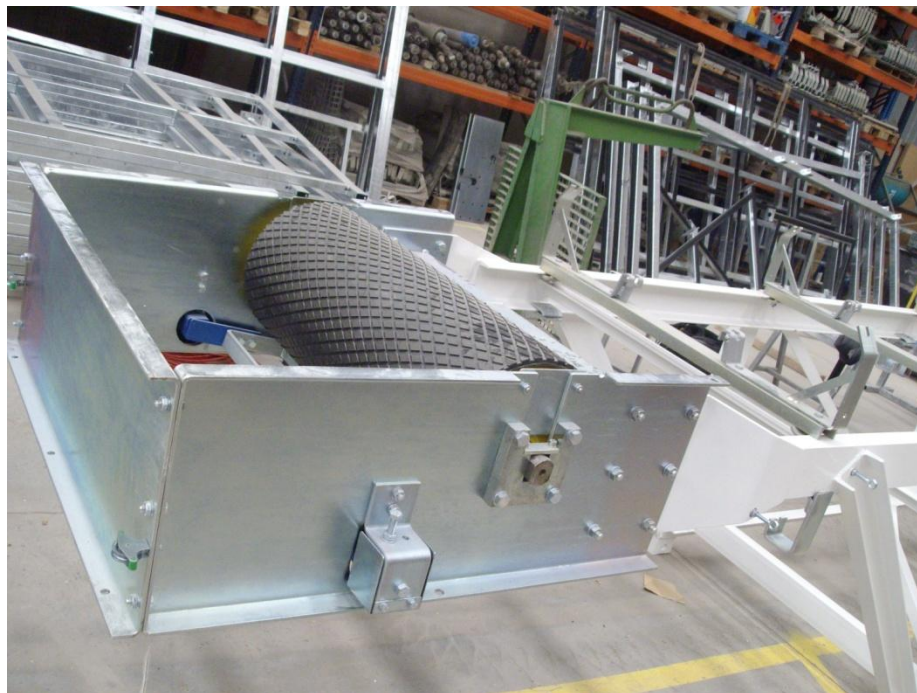
Tabla 9.3: Medidas del mototambor.

Motorized Pulley 500L & 500M, Ø 500 mm**50 Hz**

Power kW/HP	Motor No. of Poles	Gear stages	Nominal belt speed at Full Load 50Hz m/sec	Torque Nm	Belt Pull N	Max. Radial Load T1+T2 N	Special min. RL	Type	Weight in kg for STANDARD width											Type of Bracket																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
									Dimension RL in mm (RL >2000 mm available on request)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
									600	650	700	750	800	850	900	950	1000	per 50 mm up to 2000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
2.20/ 3.00	8	3	0.20	2613	10542	42200	650	500M																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

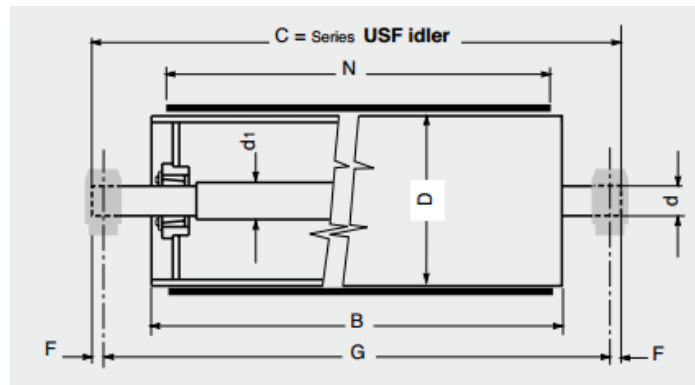
Tabla 9.4: Especificaciones técnicas del mototambor.

Así pues será un mototambor de 5,5 KW con dos marchas para una velocidad de 1 m/s y soportara como máximo 35000 N de tensión muy por encima de la suma T_1 y T_2 que es 8944N.

**Figura 9.3:** Foto del mototambor de la cinta transportadora.

9.1.2.5. Tambor loco o contratambor

Como ya se ha comentado en el capítulo 2, el catalogo Rulmecca solo ofrece un modelo (se recuerda que el cliente ha pedido homogeneidad en la selección de las partes integrantes de la cinta), de esta forma las especificaciones técnicas son las siguientes.



Belt Width N mm	Pulley type	D mm	B	d	C	d1	F	G	Weight Kg
400	USF	190	500	40	710	45	25	660	32
		270	500	40	710	45	25	660	45
		320	500	40	710	45	25	660	51
500	USF	190	600	40	810	45	25	760	37
		270	600	40	810	45	25	760	51
		320	600	40	810	45	25	760	58
		400	600	40	810	45	25	780	85
		520	600	50	840	55	30	780	124
650	USF	270	750	40	960	45	25	910	61
		320	750	40	960	45	25	910	69
		400	750	40	960	45	25	910	100
		520	750	50	990	55	30	930	144
		620	750	50	990	55	30	930	176
800	USF	320	950	40	1170	45	25	1120	83
		400	950	40	1170	45	25	1120	121
		520	950	50	1200	55	30	1140	170
		620	950	65	1210	70	35	1140	223
		800	950	65	1210	70	35	1140	387

Tabla 9.5: Medidas del contratambor.

Asimismo se obtiene un tambor con un diámetro de 400 mm y un peso de 121 Kg (para saber las demás características leer Tabla anterior).



Figura 9.4: Foto del contratambor de la cinta transportadora.

En la *figura 9.4* se puede contemplar el contratambor montado en su capucha y tapado para evitar que se ensucie antes de su presentación con el cliente. Además se puede percibir que tiene el rascador montado. Este rascador (tanto en el contratambor como en el tambor motor) es fabricado por Euromeca, es por ello que no se ha comentado en la parte de selección de las partes.

9.2 – CATALOGO DE BANDAS

BANDAS TRANSPORTADORAS

grupo peosa

Beltsiflex

belts technologies



ÍNDICE

Introducción	02
--------------	----

TEXTIL	05
Bandas EP	05
Bandas Hardwoven	05
Bandas Slide Belt	06
Bandas Rip Stop	06
METÁLICA	07
Bandas ST Steel Cord	08
Bandas Fleximat	08

CALIDAD DEL CAUCHO	10
Abrasión	12
Anticalóricas	12
Oleoresistentes	13
Antillama	13
Antiácido	10
Alimentaria (Blue)	13
Blanca No alimentaria	10
CONSTRUCCIÓN	14
Lisas	14
Nervadas	14
Grip Top	24
Especiales	24

ACCESORIOS	26
LONGITUD BOBINADO	29
EQUIVALENCIAS	29

La banda transportadora está compuesta por un núcleo central: **carcasa**, y un recubrimiento de protección: **cobertura**. Existen gran variedad de carcassas y coberturas, pudiéndose combinar cada una de ellas hasta obtener la banda adecuada según aplicación.

CARCASA

En la construcción de la banda, la carcasa es la parte esencial, ya que ésta nos da la resistencia a la rotura de la banda transportadora y puede estar construida de **Tejidos** (Textil) o de **cables metálicos** (metálica).

TEXTIL

Esta compuesta de Tejidos Sintéticos (EP) **Poliéster** en sentido longitudinal, urdimbre, y **nylon** en sentido transversal, trama. Estos tejidos son adecuados para absorber fuertes tensiones y resistentes a la rotura, a impactos y a la humedad, fabricándose con distintas calidades dependiendo de la aplicación.

METÁLICA

Steel Cord: Su carcasa está compuesta de cables de acero y se designan con las letras ST. Estas bandas tienen una gran resistencia a la tracción y a impactos con bajo coeficiente de alargamiento por lo que se utilizan en bandas de gran longitud o para trabajos de gran esfuerzo, impactos fuertes etc. Se utilizan en minería, canteras etc.

Fleximat: Al igual que las bandas ST su carcasa esta compuesta de cables metálicos incorporando en sentido transversal cables de acero con lo que se multiplican las propiedades en las condiciones más duras de trabajo.

COBERTURA

Se llama coberturas a los recubrimientos de goma que **protegen la carcasa** de la banda de daños ocasionados por impactos, ataques químicos, temperatura y otros. Se fabrican con cauchos de distintas calidades en la **composición de la goma** y deberá tener el espesor conveniente para cubrir las necesidades de los materiales a transportar, pudiendo ser construidas con distintos perfiles en cara superior.

PROPIEDADES DEL CAUCHO.

Se fabrican las coberturas con cauchos adecuados a los materiales a transportar y de acuerdo a las **normativas internacionales**, las propiedades de los cauchos se determinan de acuerdo a la **resistencia a los materiales** a transportar como puede ser, Resistentes a grasa y aceites minerales, animales y vegetales, Resistentes a la Temperatura, Resistentes a la abrasión, Resistentes a las llamas, y otros especiales que se podrán fabricar a petición del cliente.

EN CUANTO A SU CONSTRUCCIÓN.

Las coberturas se pueden fabricar sin perfiles, **lisas**, o con perfiles. Estas pueden ser, **nervadas** con perfiles de distintas formas y medidas, **Grip Top** con perfil rugoso, **Especiales** con perfilaría a petición del cliente y de acuerdo a los materiales a transportar y la inclinación de trabajo.

DENOMINACIÓN BANDA

La identificación de las bandas viene perfectamente descrita en su denominación, donde están definidas todas sus características.

Ej. 800 EP500/4 4+2 Y

800 = Ancho de la banda en mm.

EP500/4 = Tipo de carcasa

EP = Tejidos sintéticos denominados EP (poliéster en la urdimbre y nylon en la trama).

500 = Resistencia de la carcasa a la rotura expresada en Newton/mm.

/4 = Carcasa fabricada 4 tejidos EP

4 = Recubrimiento cara de trabajo en mm.

2 = Recubrimiento cara de rodadura en mm.

Y = Tipo de calidad del caucho



CARCSA



Las carcadas textiles están englobadas en 4 grupos diferenciados:

- BANDA EP (poliéster / nylon)
- HARDWOVEN
- SLIDE BELT
- RIP STOP

BANDA EP (Textil estándar)

Las bandas Beltsiflex textil estándar están fabricadas con tejidos sintéticos denominadas EP (poliéster en sentido de la urdimbre y nylon en sentido de la trama).

Este tipo de tejidos son los adecuados para la absorción de tensiones altas y resistentes a los impactos.

Son totalmente resistentes a la humedad y se fabrican en anchos estandarizados. Sin embargo, bajo pedido se pueden fabricar en anchos intermedios e incluso podemos ofrecer anchos máximos de hasta 2.600 mm. (para anchos superiores consultar).

Las bandas BeltSiFLEX tienen una gran resistencia a la rotura, sus carcadas se pueden fabricar con valores que comprenden desde los 200 N/mm. hasta los 2500 N/mm. sin embargo, a partir de los 1250 N/mm. recomendamos la utilización de bandas con carcada metálica.

BANDA HARDWOVEN

Beltsiflex presenta la fabricación de un nuevo tejido empleado en la construcción de las bandas transportadoras denominado Straight Warp, un nuevo concepto para las bandas de caucho.

Las bandas Hard-Woven están fabricadas con este nuevo tejido Straight Warp y presentan numerosas ventajas frente a las convencionales bandas de tejidos EP, obteniendo un alto rendimiento en aquellas aplicaciones donde exista riesgo de rupturas y cortes:

Ventajas en aplicaciones donde exista fuerte impacto, en general en condiciones extremas de transporte.

- La vida de la banda se incrementa notablemente frente a la banda tradicional.
- El sistema de empalme en dientes de sierra tiene una mayor flexibilidad con una mejor adaptación a los tambores.
- Mayor durabilidad que el sistema tradicional por escalones.
- Ahorre de costes por su menor tiempo de ejecución.

Estas bandas se construyen en dos series diferentes:

- Hard-Woven monocapa: Con un único tejido con resistencias HW500, HW630 y HW800.
- Hard-Woven bicapa: Dos tejidos con resistencias HW1000, HW1250 y HW1600.

BANDA SLIDE BELT

Bandas construidas con tejido de **bajo coeficiente de fricción** en su cara inferior. Este tejido permite resbalar sobre una superficie plana con mayor facilidad.

Habitualmente mesas de superficies planas donde el producto transportado debe apoyar sobre una base estable.

Existen 2 variaciones de bandas slide belt:

- Con monofilamento
- Sin monofilamento.

BANDA RIP STOP (con trama metálica)

Son bandas que se utilizan en **aplicaciones difíciles**, donde es requerida una **resistencia al corte especial**. Están construidas con **tejidos poliéster-nylon** que llevan incorporado transversalmente una **trama de cables metálicos** en la cobertura de caucho superior.



CARCASA METÁLICA

Los cables metálicos **refuerzan la resistencia** al corte longitudinal que se pudiera dar por elementos extraños o por el propio producto transportado.

Estas bandas, con alma construida a base de **cables metálicos**, se recomiendan para las condiciones mas duras. Por su construcción tienen el **mínimo alargamiento**, puesto que el acero sometido a grandes esfuerzos no es propenso a estiramientos, y permite su utilización en cintas transportadoras con **grandes longitudes**.

Los cables metálicos hacen a estas **bandas muy resistentes** a la rotura. El acero cuenta con mayor resistencia transversal, sin ser quebradizo y sin perder flexibilidad, lo que permite adaptarse a tambores pequeños, incluso menores que los que exigen las bandas textiles. Estas bandas, por tanto, tienen un bajo coste de mantenimiento y una vida útil muy larga.

Las carcasas con cables de acero se dividen en 2 grandes grupos:

- STEELCORD (ST)
- FLEXIMAT (IW / SW)

Beltsiflex[®]
belts technologies



BANDAS STEELCORD TIPO "ST"

Construidas con cables metálicos en sentido longitudinal de la banda, son las habitualmente utilizadas en grandes explotaciones mineras. Con frecuencia son de grandes dimensiones en cuanto a su longitud y su capacidad.

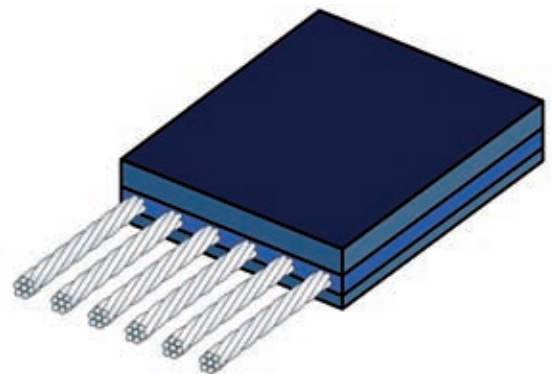
La elevada resistencia a los esfuerzos de los cables de acero hacen de este tipo de banda la idónea para las aplicaciones mencionadas. Además estas bandas nos ofrecen numerosas ventajas adicionales:

Este tipo de bandas tienen un factor de alargamiento muy reducido por lo que permite construir instalaciones con longitudes de varios kilómetros.

Su flexibilidad es mayor que sus equivalentes construidas con tejido por lo cual necesitan un diámetro de tambores menor.

Presentan una mayor resistencia a la perforación. No admiten deformaciones ya sea por cargas discontinuas pesadas o por agentes atmosféricos como calor, frío, humedad asegurando una marcha rectilínea de la banda,

Admiten recubrimientos de caucho tan gruesos como se requiera. Las roturas como cortes longitudinales, daños en los cantos, agujeros se reparan perfectamente mediante vulcanización en caliente de forma duradera.



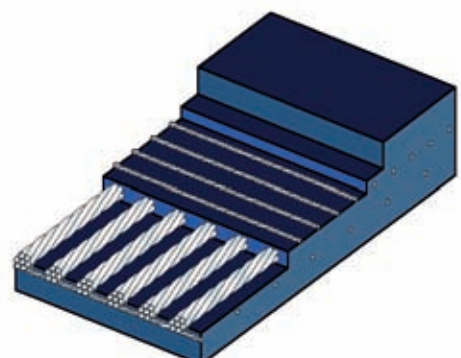
BANDAS CON MALLA FLEXIMAT

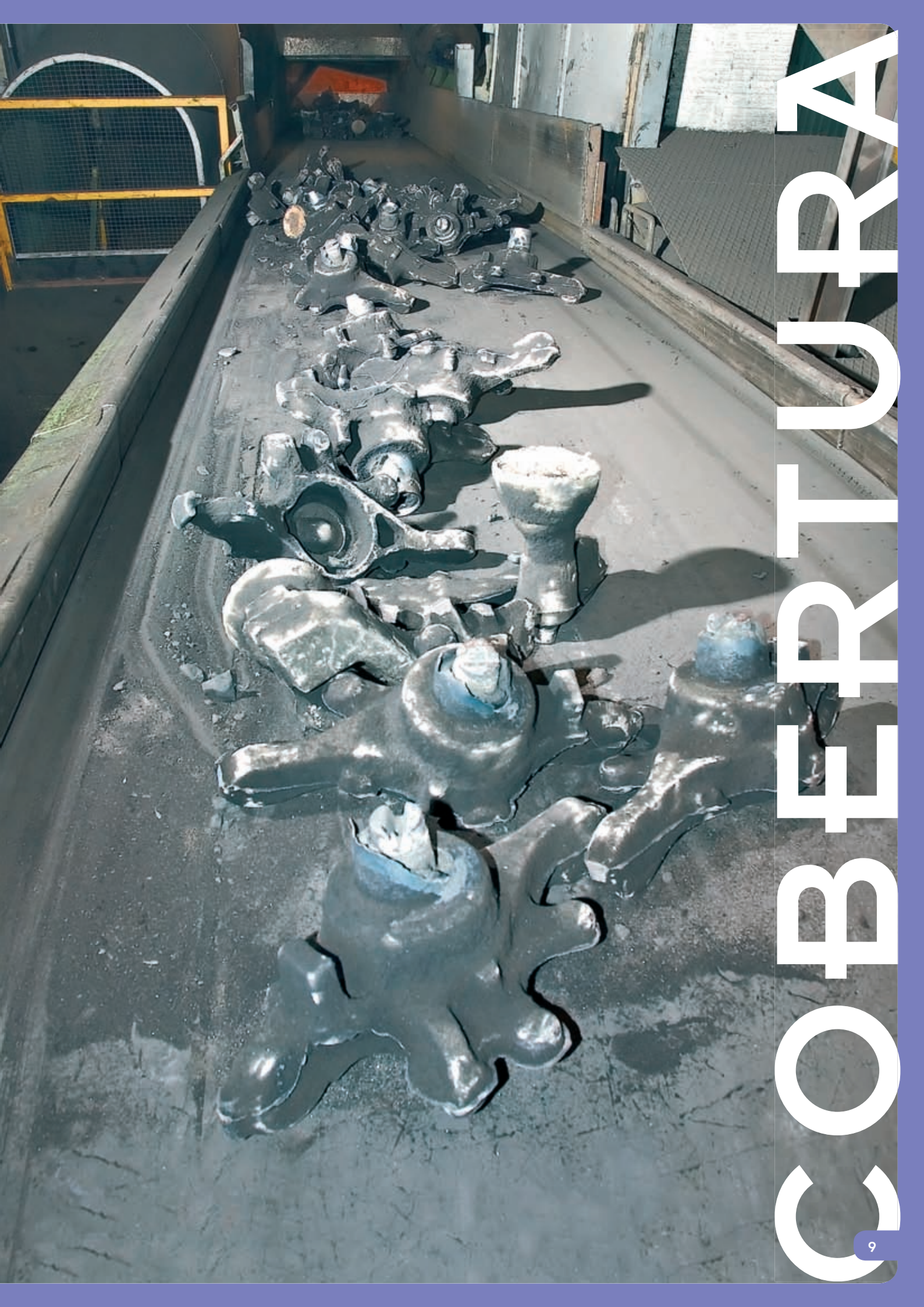
En estas bandas, además de las ventajas que ofrecen las bandas Steelcord, también incorporan cables de acero en sentido transversal, lo que multiplica sus propiedades ante las situaciones más duras de trabajo.

Ofrecen una extraordinaria resistencia al impacto y a la agresión de materiales altamente cortantes. Construidas con una malla de cables metálicos dispuestos tanto en urdimbre (sentido longitudinal) como en trama (sentido transversal).

Pueden disponer de una o dos tramas de cables de acero, que pueden ser:

- **Rígidas:** Indicadas para aplicaciones especiales, para la construcción de las bandabord o elevadores de cangilones.
- **Flexibles:** Indicadas para el transporte de materiales agresivos, presentan una gran resistencia a los impactos y cortes longitudinales.
 - IW: 1 malla
 - SW: 2 mallas (cara superior e inferior)





COBETURA

Como ya se ha descrito anteriormente, se llama coberturas a los **recubrimientos de goma que protegen la carcasa** de la banda de daños ocasionados por impactos, ataques químicos, temperatura y otros.

Se fabrican con cauchos de **distintas composiciones en función** de calidades de la goma. Deberá tener el espesor conveniente para cubrir las necesidades de los materiales a transportar **y pudiendo ser construidas con distintos perfiles** en la cara superior. Las coberturas se pueden agrupar atendiendo a dos de sus características:

- En cuanto a las **propiedades del caucho**.
- En cuanto a su **construcción**.

PROPIEDADES DEL CAUCHO

De acuerdo a las normativas internacionales, las propiedades de los cauchos se determinan según **la resistencia a los materiales a transportar** como pueden ser, **Resistentes a grasa** y aceites minerales, animales y vegetales, **Resistentes a la Temperatura**, **Resistentes a la abrasión**, **Resistentes a las llamas**, y otros especiales que se podrán fabricar a petición del cliente.

CALIDAD	TIPO	DESCRIPCIÓN
ABRASIÓN	Y	Para transporte de materiales en condiciones normales
	X	Para transporte de materiales pesados con golpeo y aristas vivas
	W	Para transporte de materiales altamente abrasivos
	RI	Anti impacto, para materiales pesados y voluminosos.
ANTICALÓRICAS	RC130	Resistente a materiales con temperaturas medias, puntas a 130°
	RC150	Resistente a materiales con temperaturas altas, puntas a 150°
	RC200	Resistente a materiales con temperaturas muy altas, puntas de 200°
OLEORESISTENTES	BG	Para materiales que incorporen aceites minerales
	BGM	Para materiales con aceites animales y minerales
	BGF	Para materiales que desprendan grasas y protección infuga
ANTILLAMA	K	Para transporte de materiales con peligro de incendio y explosión
	S	Para materiales con peligro de explosión y en interior de minas
ANTIÁCIDO	C	Resistente a materiales con aporte de ácidos
ALIMENTARIA	FOOD	Con coberturas de goma blanca y para transporte de materiales alimentarios
	BLUE	Con coberturas de goma color azul, alimentaria y resistente a aceites
BLANCA NO ALIMENTARIA	WHITE	Banda con coberturas blancas para materiales que no puedan ser contaminados por color y que no sean alimentarios.



COBERTURA. PROPIEDADES DEL CAUCHO

BANDAS RESISTENTES A LA ABRASIÓN

Se fabrican bajo la norma **DIN 22102** y dependiendo de la aplicación presentan distintas calidades en cuanto a la resistencia a la abrasión:

- **Grado "Y"** Calidad antiabrasiva con valor **<150 mm³**. Habitualmente aplicada para condiciones normales de trabajo en cementeras, canteras, fundición, etc.
- **Grado "X"** Calidad antiabrasiva con valor **<120 mm³** buena resistencia a la ruptura. Se aplica para materiales de granulometrías elevadas y aristas vivas.
- **Grado "W"** Calidad muy antiabrasiva con valor **<90 mm³** para transporte de productos finos muy abrasivos.

BANDAS ANTICALOR

Bandas indicadas para el transporte de materiales calientes. **Resisten temperaturas elevadas**. El caucho de las coberturas esta preparado para evitar un envejecimiento prematuro en contacto con cualquier fuente de calor.

- **Aplicaciones:** Arenas de fundición, moldes, cenizas de hornos, alimentación de hornos, cemento de clinker, madera aglomerada, etc.
- **Grado "BT"** Valor medio 130°C y valores en puntas de **150°C máximo**. Fabricadas con compuestos de goma a base de caucho sintético (SBR)
- **Grado "BST"** Valor medio 150°C y valores en puntas de **200°C máximo**. Fabricadas a base de caucho butílico.



BANDAS OLEORESISTENTES

Estas bandas están fabricadas con cauchos sintéticos. **Resisten el ataque de grasas y aceites** de origen vegetal o animal, materiales impregnados en hidrocarburos, disolventes, etc.

- **Aplicaciones:** Plantas de basuras, tratamientos de residuos sólidos urbanos, Transporte de residuos de origen animal y vegetal, piezas industriales con impregnación de aceites minerales, fertilizantes, abonos, etc.

- **Grado "BG"** Alta resistencia a aceites e hidrocarburos.
- **Grado "BGM"** Resistencia media a aceites vegetales.
- **Grado "BGF"** Resistencia grasas y aceites e ignífuga según norma **ISO 280 E ISO 340**.



BANDAS ANTILLAMA

Bandas indicadas para su uso en atmósferas con riesgo de explosión. Además de ser **antiestáticas** son ignífugas.

- **Aplicaciones:** Minería subterránea, descarga de cereales en puertos y transporte de los mismos de forma genérica, parques de carbón.
- **Grado "K"** Con coberturas ignífugas, sin embargo el caucho utilizado para la construcción de la carcasa de la banda no lo es. Fabricadas bajo la norma **DIN 22103** son aplicadas en exterior de mina.
- **Grado "S"** Siendo toda ella completamente ignífuga. Fabricadas bajo la norma **DIN 22104** especialmente indicadas para minería subterránea.

BANDAS BLUE

Esta calidad está fabricada en un **caucho especial de color azul**, construida para poder estar en **contacto con los alimentos**, además presenta una resistencia media a los aceites de origen vegetal (grado BGM).



COBERTURA. CONSTRUCCIÓN

Las coberturas se pueden fabricar sin perfiles, **lisas**, y con perfiles. Estas pueden ser **nervadas** con perfiles de distintas formas y medidas, **Grip Top** con perfil rugoso, **Especiales** con perfilaría a petición del cliente y de acuerdo a los materiales a transportar y la inclinación de trabajo.

- **Lisas**
- **Nervadas**
- **Grip Top**
- **Especiales:** Grabado especial, bandas granalla, con perfiles vulcanizados, overband.

LISAS

Es la construcción para las coberturas sin ningún tipo de perfil.

NERVADAS

Bandas aconsejadas para el transporte de material en planos inclinados. Dependiendo de la naturaleza del producto, y el tipo de banda elegida pueden llegar a transportar el material con 45° de inclinación.

Ofrecemos una amplísima gama de nervadura dividida en cinco tipos principales en función de la altura. Nervios de 15 mm., 20 mm., de 25 mm., de 32 mm. y de 50mm. Los anchos varían dependiendo el tipo de nervaduras ofreciendo una gama desde 250 mm. hasta un máximo de 2.500 mm. (consultar para anchos mayores).

Ejemplo de denominación de una banda nervada:

KAN-15/570 600 EP400/3 3+1,5 Y

“KAN”: Las 3 primeras letras representan el tipo de nervio.

“15”: Los 2 números siguientes indican la altura de nervio en milímetros.

“570”: Los siguientes dígitos hacen referencia a la anchura total del nervio en milímetros (cota A en las ilustraciones).

A continuación se añade la referencia de la banda base, en este caso una banda de ancho 600 mm. (véase pag. 3, denominación banda).

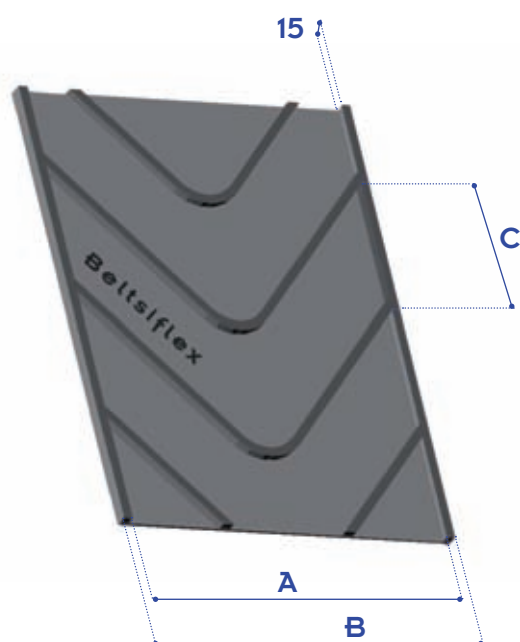
Las bandas nervadas se pueden clasificar en 2 grupos:

- Estándar, **fabricación en serie**.
- Bandas nervadas **especiales**.



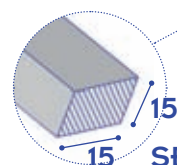
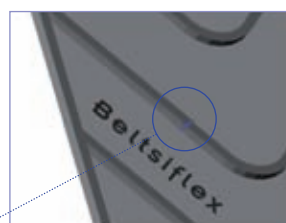
BANDAS NERVADAS FABRICACIÓN EN SERIE

KAN-15



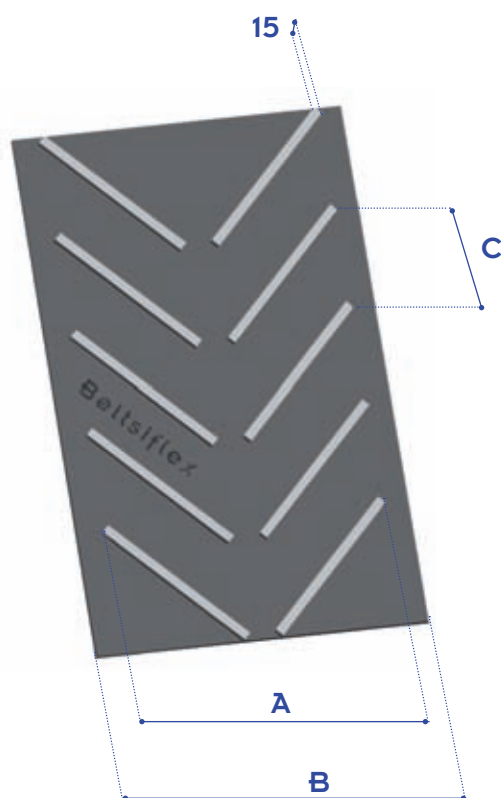
ANCHO NERVIOS: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
470	500	230	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+1,5
570	600	230	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+1,5
770	800	300	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+1,5

H= 15 mm.



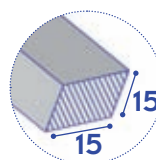
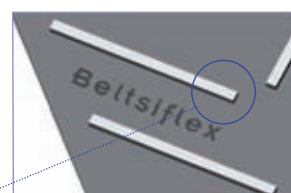
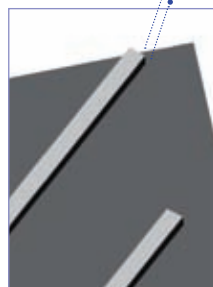
SECCIÓN NERVIOS

KAS-15



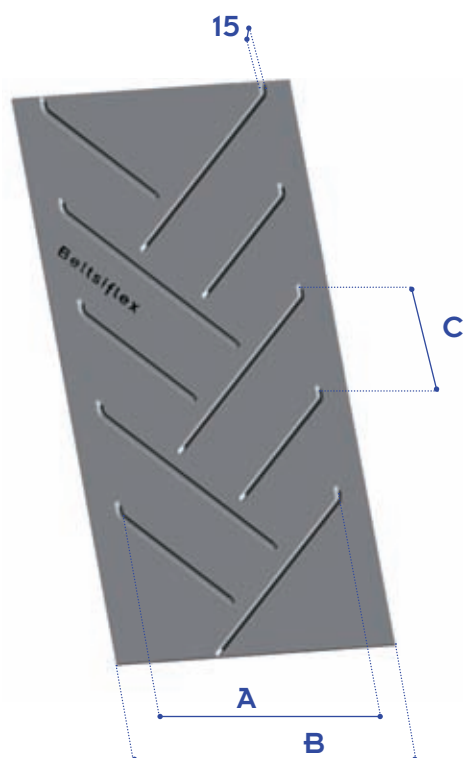
ANCHO NERVIOS: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
285	400÷500	145	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+1,5
435	600÷650	218	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+1,5
585	700÷800	295	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+1,5

H= 15 mm.

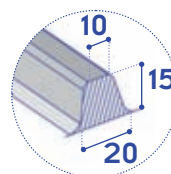


SECCIÓN NERVIOS

KAS-15 (750)

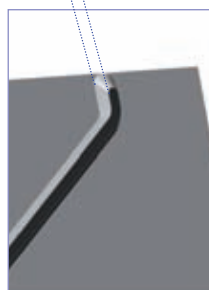


ANCHO NERVIOS: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
750	750-1500	317	EP 250/2-2+1,5
			EP 400/3-3+1,5
			EP 500/4-4+2

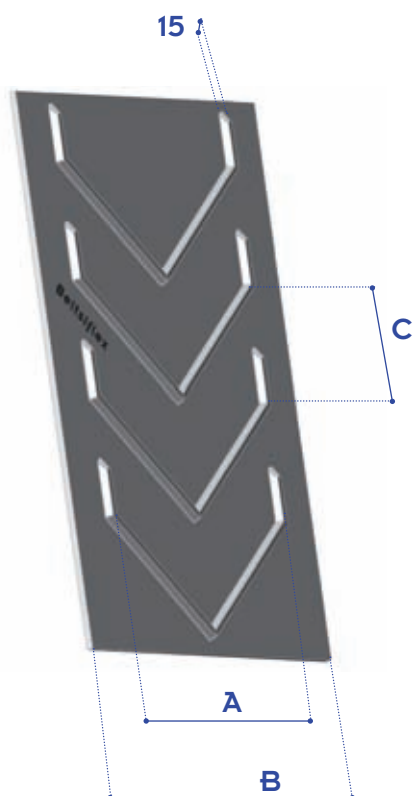


SECCIÓN NERVIOS

H= 15 mm.

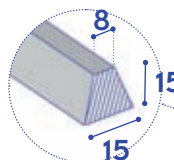


KAF-15

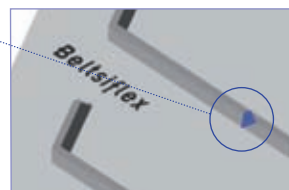


ANCHO NERVIOS: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
250	400÷500	150	EP 250/2-2+1,5
			EP 400/3-3+1,5
310	400÷500	150	EP 250/2-2+1,5
			EP 400/3-3+1,5
400	500	150	EP 250/2-2+1,5
			EP 400/3-3+1,5
480	600÷650	200	EP 250/2-2+1,5
			EP 400/3-3+1,5
650	800	200	EP 250/2-2+1,5
			EP 400/3-3+1,5

SECCIÓN NERVIOS

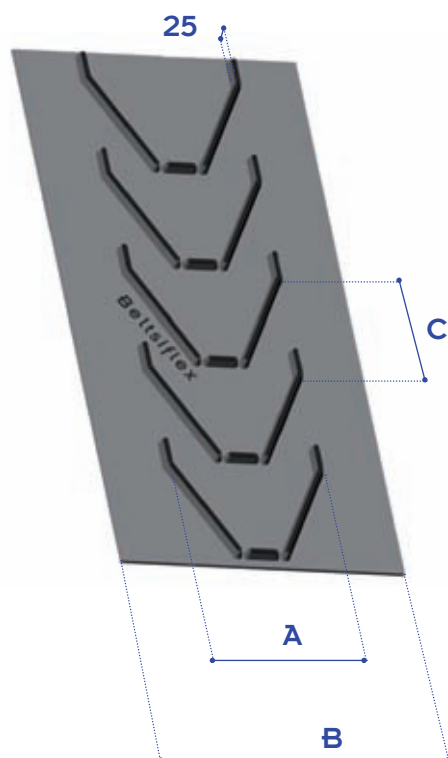


H= 15 mm.

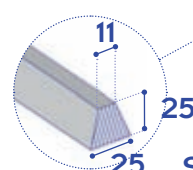
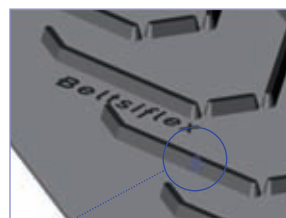


BANDAS NERVADAS FABRICACIÓN EN SERIE

KIN-25



ANCHO NERVIOS: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
425	500÷800	312,5	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+2
750	800÷1600	451	EP 400/3-3+2 EP 500/4-4+2

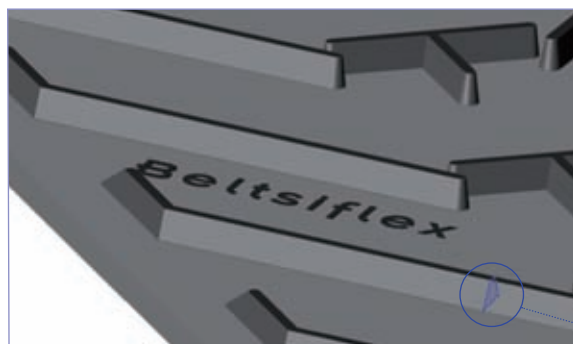


SECCIÓN NERVIOS

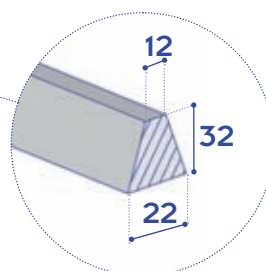
H= 25 mm.



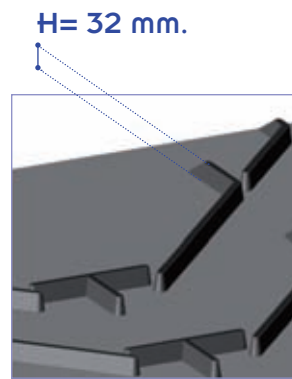
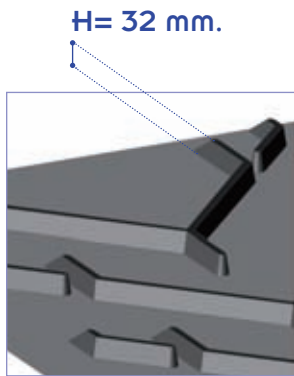
KAF-32



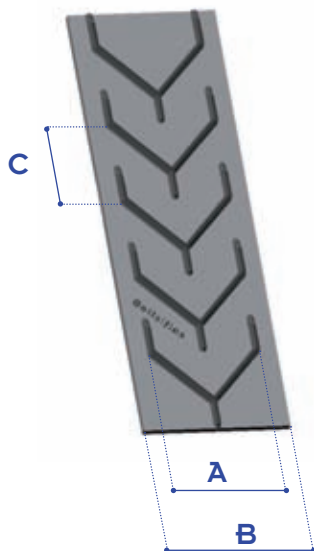
ANCHO NERVIOS: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
450	500÷650	330	EP 250/2-2+1,5 EP 400/3-3+2
680	800	330	EP 400/3-3+2
880	1000÷1200	330	EP 400/3-3+2
1280	1400	330	EP 400/3-3+2
1480	1600	330	EP 400/3-3+2



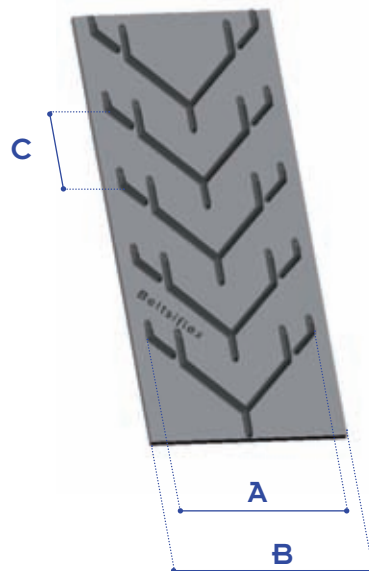
SECCIÓN NERVIOS



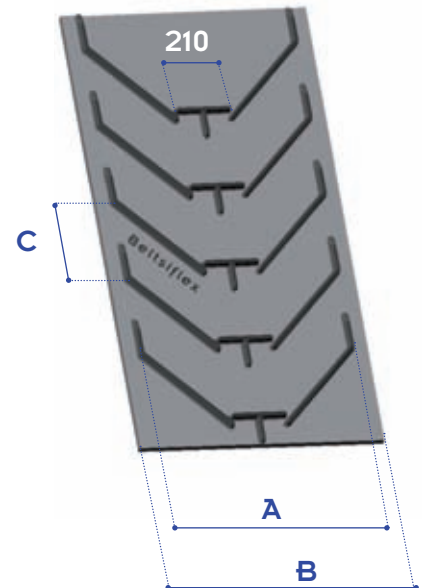
KAF - 32/450



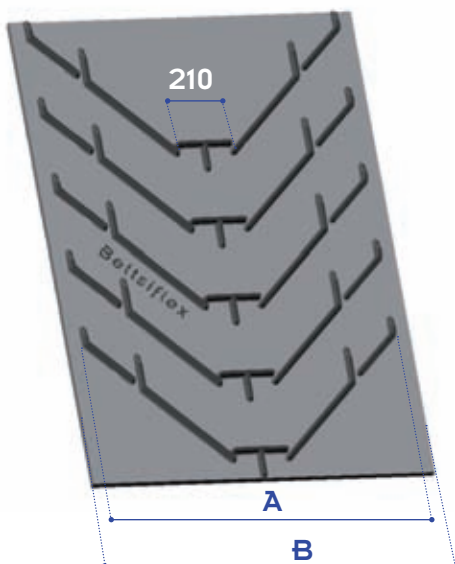
KAF - 32/680



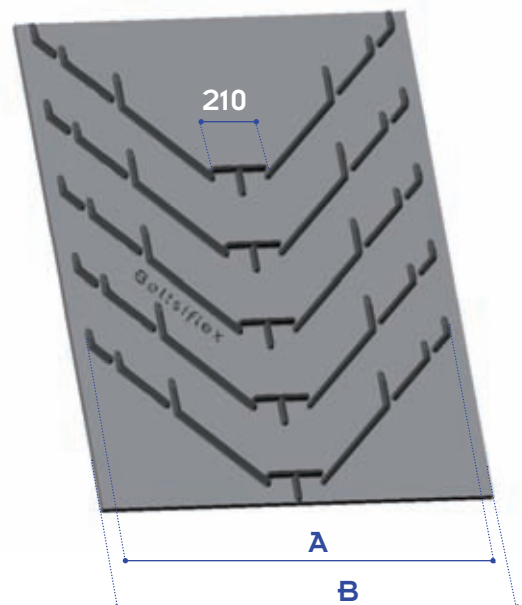
KAF - 32/880



KAF - 32/1280



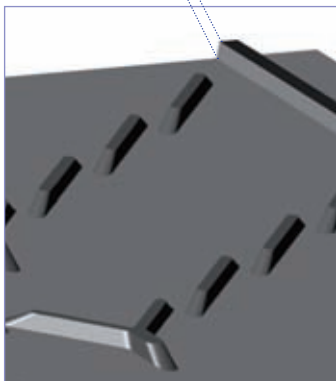
KAF - 32/1480



BANDAS NERVADAS FABRICACIÓN ESPECIAL

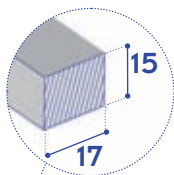
KSY-15

H= 15 mm.

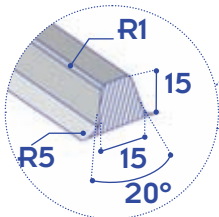
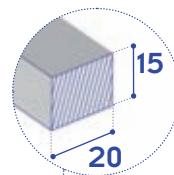


	ANCHO NERVIOS: A	ANCHO BANDA: B	DISTANCIA entre PERFILES GUÍA: D	TIPO DE BANDA
KSY-15/770	770	900÷1500	Sin Perfil 900	A petición del cliente
KSY-15/870	870	1000÷1500	Sin Perfil 940	

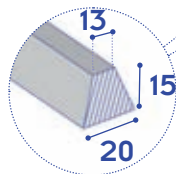
DETALLE CENTRAL



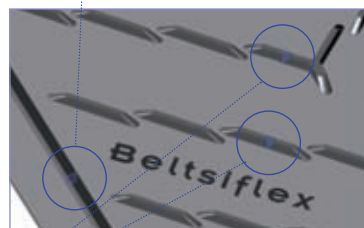
PERFIL LATERAL



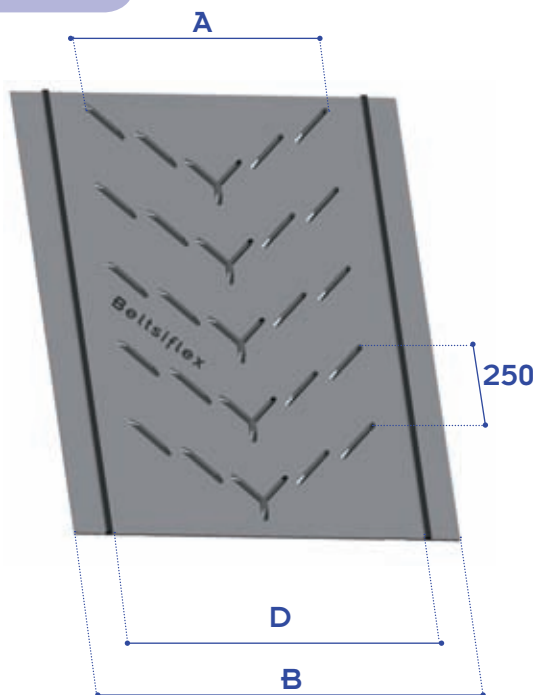
SECCIÓN NERVIOS
PERFIL LATERAL



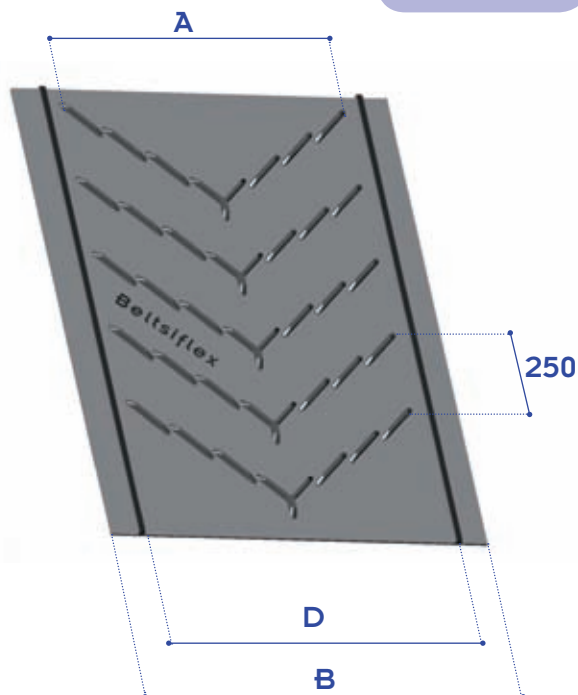
SECCIÓN NERVIOS



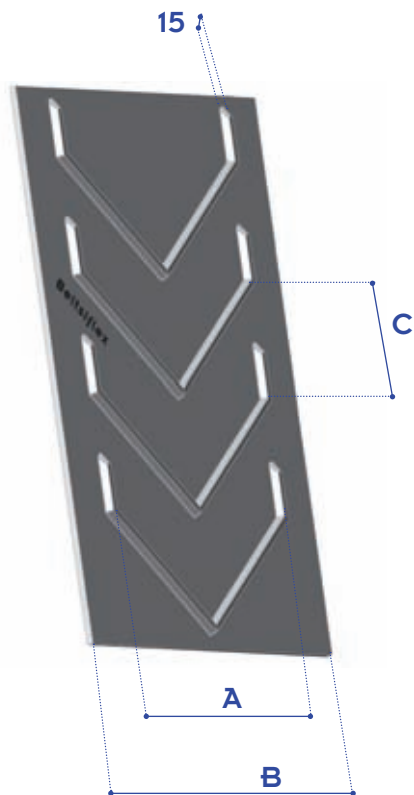
KSY-15/770



KSY-15/870



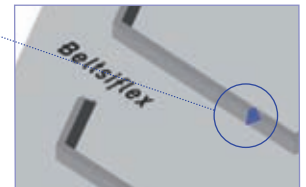
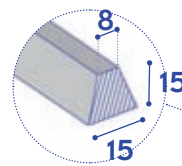
KSN-15



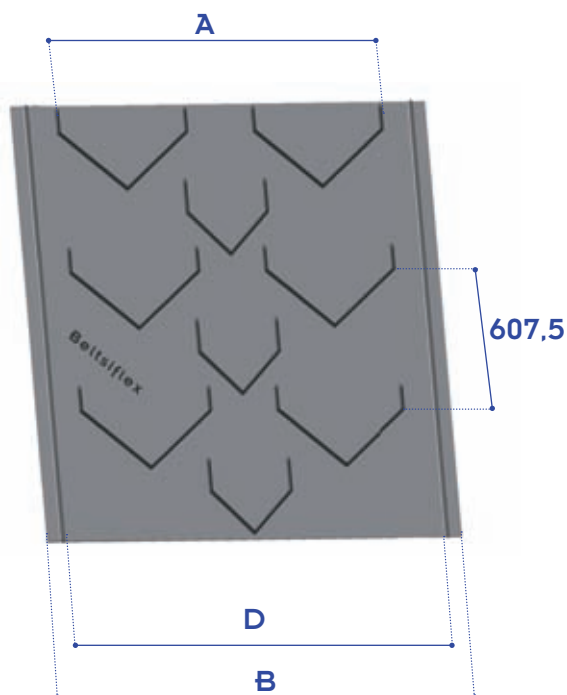
ANCHO NERVIO: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
250	400÷800	150	Apetición del cliente
310	400÷800	166,5	
600	600÷1200	200	
800	800÷1600	200	

SECCIÓN NERVIO

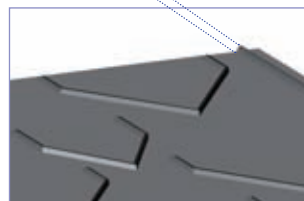
H= 15 mm.



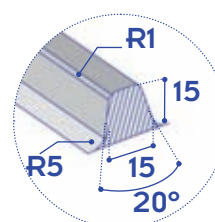
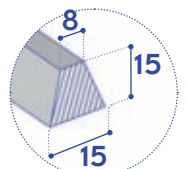
KSV-15



H= 15 mm.



SECCIÓN NERVIO

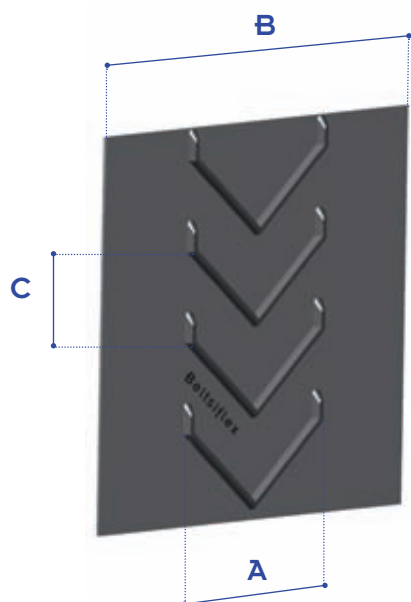


PERFIL LATERAL



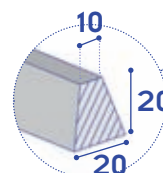
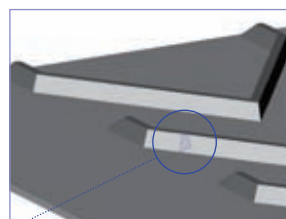
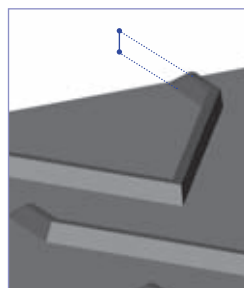
BANDAS NERVADAS FABRICACIÓN ESPECIAL

KSN-20



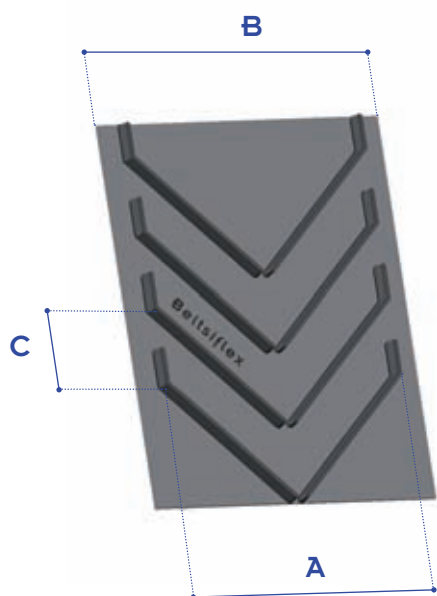
ANCHO NERVIO: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
360	400÷800	200	A petición del cliente

H= 20 mm.



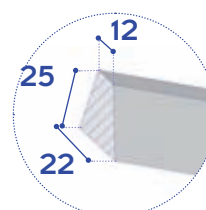
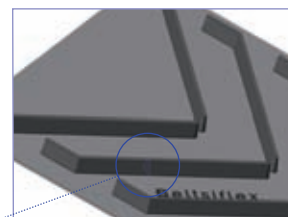
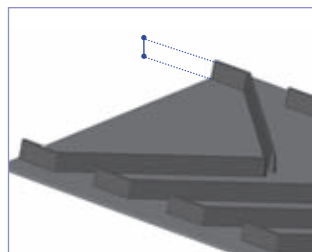
SECCIÓN NERVIO

KSN-25



ANCHO NERVIO: A	ANCHO BANDA: B	PASO: C	TIPO DE BANDA
420	500÷800	250	A petición del cliente
750	850÷1200	250	
850	950÷1200	250	

H= 25 mm.



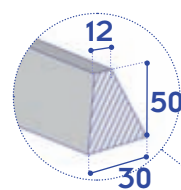
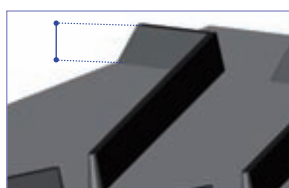
SECCIÓN NERVIO

KSN-30/KSN-50

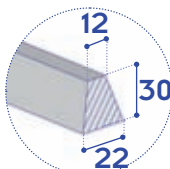
	ALTURA NERVIO	ANCHO NERVIO: A	ANCHO BANDA: B	TIPO DE BANDA	DISTANCIA NERVIOS INCLINADOS: C
KSN-30/1080	30	1080	1100÷1500	A petición del cliente	50
KSN-30/1500	30	1500	1500÷2000		470

KSN-50/1080	50	1080	1100÷1500	A petición del cliente	50
KSN-50/1500	50	1500	1500÷2000		470

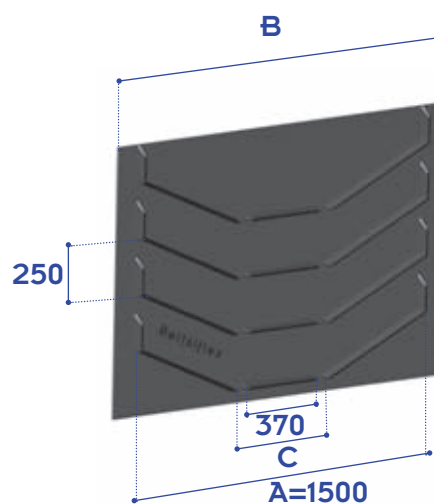
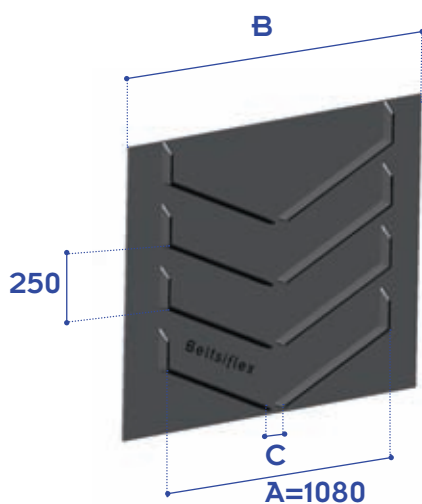
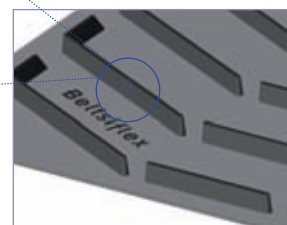
ALTURA NERVIO



SECCIÓN NERVIO KSN-50



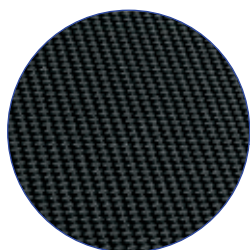
SECCIÓN NERVIO KSN-30



GRIP TOP

Bandas con un recubrimiento superior con una **textura rugosa**. Esta **evita que el material se deslice** por la banda.

Especialmente indicadas para el transporte de paquetería y sacos en entornos inclinados.



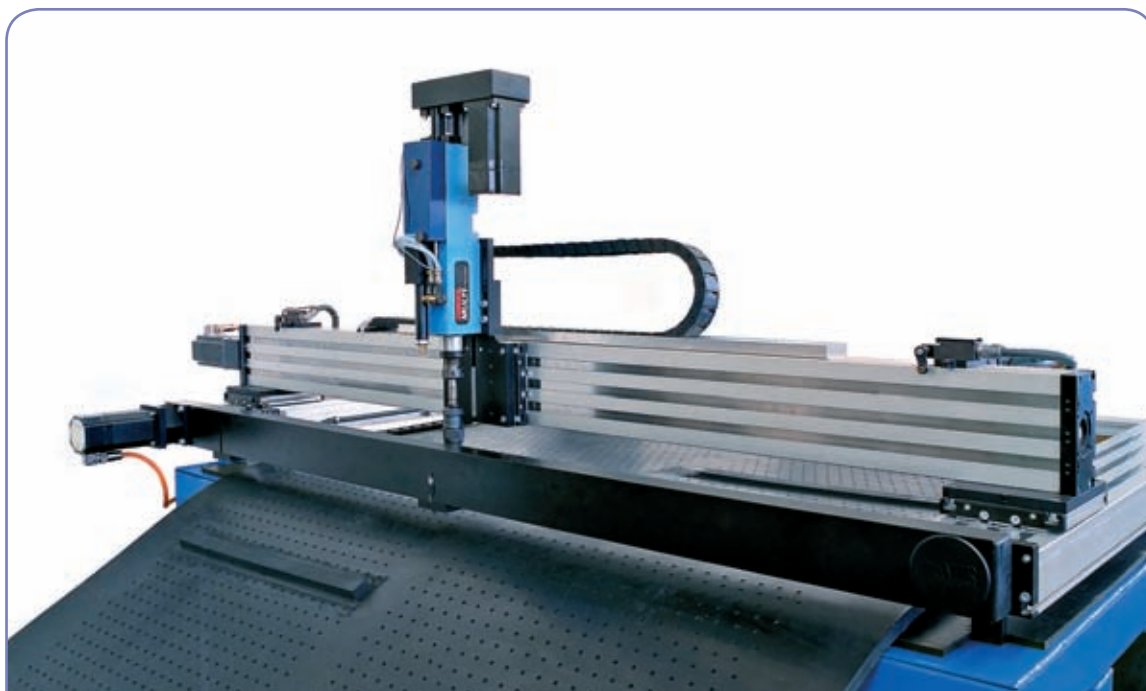
COBERTURAS ESPECIALES

COBERTURAS NERVADAS ESPECIALES

Además de la gama estándar podemos ofrecer la construcción de **cualquier otro tipo especial** que se requiera.

COBERTURAS PARA GRANALLADORAS

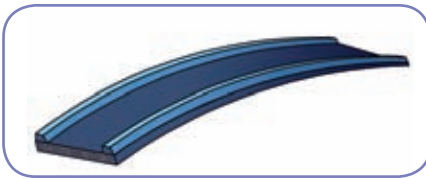
Bandas especiales para su uso en **máquinas de granallado**. Se construyen bajo pedido de acuerdo a las especificaciones de cada máquina. Los agujeros se realizan en la banda mediante **programas de control numérico** consiguiendo **gran precisión**. Estas bandas, dependiendo del diseño de la máquina, pueden llevar perfiles guía y perfiles transversales, los cuales siempre van vulcanizados mediante termofusión a la banda.



COBERTURAS CON PERFILES VULCANIZADOS

Con el fin de adaptar las bandas BeltSiFLEX® a cualquier situación de transporte especial, hemos desarrollado **sistemas de construcción ágil** para la colocación de todo tipo de perflería sobre la banda.

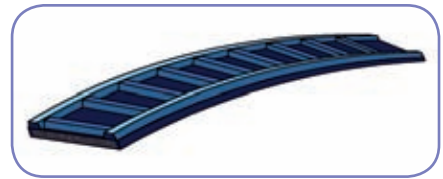
Vulcanizados por termofusión, se pueden fabricar a medida según las necesidades de transporte.



Perfiles laterales para mantener la mercancía sobre la banda.



Perfiles guía para la perfecta alineación de la banda cuando es difícil su guiado.



Bandas con tacos adaptados a la mercancía a transportar.

COBERTURAS OVERBAND

Las bandas con estas coberturas se incorporan en los **separadores magnéticos**. Se fabrican **a medida**, dependiendo de las condiciones de trabajo de cada línea.

El paso de los perfiles y el tipo de los mismos, así como la colocación de refuerzos, se realiza en función de las necesidades que el producto transportado por el separador magnético exija.



ACCESORIOS



CAUCHO UNIÓN

Material de aportación en el interior del empalme su formulación dota a este caucho de unas **extraordinarias propiedades de adherencia**, desgarró y flexibilidad con lo cual proporciona un muy **buen comportamiento a los empalmes**, incluso en las situaciones más difíciles de la banda.

Se colocada entre los tejidos de la banda utilizando el espesor adecuado según las características de la banda a empalmar.

Se suministra en dos espesores.

Calandrado a 0,8 mm. y se identifica con plástico de **color Rojo**.

Calandrado a 1,6 mm. y se identifica con plástico de **color Azul**.



CAUCHO COBERTURA

Material de aportación con características **para las zonas de rodadura de la banda**. Se suministra en espesores desde los 2 mm. hasta 8 mm.

Se identifica con plástico de **color Amarillo**.

DISOLUCIÓN

“**ELASTO-DISOL 2005**” es el producto idóneo y necesario para el **vulcanizado en caliente** tanto de bandas transportadoras, como para el **recubrimiento con goma de rodillos y tambores**.

Por sus características recomendamos su utilización para cualquier aplicación en la cual sea necesario vulcanizar en caliente **caucho-caucho**, **caucho-metal**, **caucho-tejido**.

Este producto se suministra en tres formatos: envase de 25 litros, de 5 litros, de un litro.

“**ELASTO-DISOL 2005**” esta perfectamente etiquetado y con las instrucciones de empleo, con el fin de facilitar su utilización y evitar posibles percances que su uso indebido pudiera crear.



PEGAMENTO

Recomendamos la utilización del adhesivo **ELASTOGLUE 2000** cuando el **montaje** de la banda se realiza **en la propia instalación** y para ello es necesario realizarlo con la banda abierta y una vez vulcanizado el empalme de dicha banda base.



Este producto también es idóneo para el **pegado en frío**, tanto de bandas transportadoras, como para el recubrimiento con goma de rodillos y tolvas. Por sus características recomendamos **ELASTOGLUE 2000** para cualquier aplicación en la que sea necesario adherir **caucho-metal**, **caucho-caucho**, **caucho-tejido**.

PARCHES

Nuestra experiencia nos ha llevado a la elaboración de una extensa variedad de parches especiales para la **reparación de bandas** transportadoras de caucho. Dichos parches están disponibles en **diferentes tipos** (con o sin refuerzo de lona), **diferentes formas** (redondo, rombo y en cintas) y **diferentes tamaños** para que se adecuen correctamente a la zona de reparación.



PARCHE EN TIRA	DIMENSIONES ANCHO	UNIDAD /CAJA
PRT070S	70 x 10.000 mm	1u.
PRT100S	100 x 10.000 mm	1 u.
PRT150S	150 x 10.000 mm	1 u.
PRT220S	220 x 10.000 mm	1 u.
REFORZADOS CON LONA		
PRT070C	70 x 10.000 mm	1u.
PRT100C	100 x 10.000 mm	1 u.
PRT150C	150 x 10.000 mm	1 u.
PRT220C	220 x 10.000 mm	1 u.

PARCHE EN ROMBO	DIMENSIONES ANCHO	UNIDAD /CAJA
PRR135S	135 x 160 mm	10 u.
PRR200S	200 x 260 mm	10 u.
PRR270S	270 x 360 mm	10 u.
PRR450S	450 x 470 mm	10 u.
REFORZADOS CON LONA		
PRR135C	135 x 160 mm	10 u.
PRR200C	200 x 260 mm	10 u.
PRR270C	270 x 360 mm	10 u.
PRR450C	450 x 470 mm	10 u.

BARRA DE IMPACTO

La fuerza de impacto generada por la caída de material de gran tamaño desde cierta altura puede causar daños severos a la banda transportadora. Artesas dobladas, rodillos deteriorados, rotura de la banda son los problemas más comunes observados. Si la banda no llega a soportar adecuadamente la fuerza en la zona de carga el impacto del material entre rodillos adyacentes causa la flexión descendente de la banda, permitiendo la fuga del material por debajo de las guarderas laterales.

La utilización de barras de impacto elimina todos estos problemas al **suministrar el máximo soporte tanto a lo ancho de la banda como a lo largo de la zona de carga**. Cada barra de impacto tiene una **cubierta superior** fabricada en **poliuretano**, con la finalidad de minimizar la fricción banda-barra, montada sobre un **colchón de goma** para **amortiguar el impacto**, la cual está fijada a una omega metálica para su sujeción.

Las instalaciones de la unidad y el reemplazo de las barras se efectúa fácilmente.

Ventajas de utilización de las barras de impacto :

- Elimina los daños causados a las bandas.
- Minimiza el derrame de material.
- Artesas de 35° y 45°.
- Gomas de 60° shore A de dureza para absorber el impacto.
- Construcción modular para fácil instalación.





$$L = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4 \cdot e}$$

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} e \cdot L + d^2}$$

D = Diámetro de la banda enrollada expresado en metros.
e = Espesor de la banda expresado en metros.
L = Longitud de la banda expresado en metros.
d = Diámetro del núcleo del carrete expresado en metros.

EQUIVALENCIAS

EQUIVALENCIAS ENTRE EL SISTEMA MÉTRICO Y EL ANGLOSAJÓN

ANCHOS DE BANDA

Pulgadas	14	16	18	20	24	30	32	36	40	42	48	54	56	60	64	72
milímetros	350	400	450	500	600	750	800	900	1000	1050	1200	1350	1400	1500	1600	1800

TENSIÓN DE TRABAJO

PIW (lb/in)	140	180	210	280	360	440	550	700	890	1100	1400	1560	1760	1960	2240	2510
kg/cm	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	2800	3150	3500	4000	4500

ESPEORES DE RECUBRIMIENTOS

Pulgadas	1/16	1/8	5/32	1/5	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4
milímetros	2	3	4	5	6	8	10	13	16	20

Pulgada (inch.), in.	1,00	x	2,54	Centímetros
Pies (feet), ft	1,00	x	304,8	Milímetros
Libra (pound), lb.	1,00	x	0,4536	Kilogramos
lb/in.	1,00	x	0,1785	Kg/cm.
Square Feet	1,00	x	0,0929	Metros 2
Square inches	1,00	x	6,4516	Centímetros 2
Feet per minute	196,85	/	1	Metros por segundo

Para una información más detalla visite nuestra web www.siban.com



grupo peosa

www.siban.com

ESPAÑA

Parque empresarial Abra Industrial Parc. 2.1.2.
48500 Gallarta - Abanto y Ciervana
VIZCAYA
Tfno. +34 94 4375000
Fax +34 94 438 61 11
siban.bilbao@siban.com

C/Basaldea Nº 25 P.I. Jundiz
01015 Vitoria
ALAVA
Tfno +34 945 292946
Fax +34 945 292941
siban.vitoria@siban.com

PORTUGAL

Recta do Mindelo, Estrada Nacional 13 Km 16
4486-851 Mindelo - Portugal
Tlf: +351 252 669040
Fax: +351 252 672301
siban.portugal@siban.com

FRANCIA

Zone Technopolis BT K
Rue Louis de Broglie
53810 Change
Tfno 06 75 205 741
Fax 02 44 843 991
siban.france@orange.fr

ALEMANIA

Friedrich-Ebert-Str. 134
47800 Krefeld
Tlf. Oficina: +49 (0) 2151 325-0703
Tlf. Movil: +49 (0) 1525 395-5588
Web: www.siban.com
E-Mail: siban@lubinski-foerdertechnik.de

REINO UNIDO

Firbeck, Nottinghamshire (U.K.),
Tel / Fax: +44 1909 732191
Mov: +44 7970 846741
Web: www.siban.co.uk
E-Mail: simon.drohan@siban.co.uk

HOLANDA

Bargerweg 25
NL-7826 BP Emmen
Netherlands
Tfno +31 591 855 253
Fax +31 591 858 046
sibannorth@home.nl

REPUBLICA DE ECUADOR

Parque empresarial El Zauce Km. 11,5
Avda. A- Manzana E - Solar 10 - Local 12
Centros de Bodegas 4
GUAYAQUIL
Tfno + 593 42 100 145 / 593 87227173
Fax +593 421 001 45
goiko@siban.com

CHILE

Avda Lo Ovalle 955
SANTIAGO DE CHILE
Tfno + 56 2 5253232
Fax + 56 2 5253232
www.siban.cl
nelazua@siban.cl

9.3 – DIAGRAMA DE GANTT

La creación de una cinta transportadora tiene en su totalidad una duración de tres meses, incluyendo el diseño, la fabricación y el montaje. El ingeniero necesita cinco semanas para diseñar la cinta (semana 7 hasta la semana 12).

Con 4 trabajadores y un trabajo definido sobre el método de Ford (división y repartición del trabajo), la fabricación de todas las piezas tiene una duración de 3 semanas. Al mismo tiempo, para las piezas que no se pueden fabricar, se ha contratado un proveedor. Al final, se divide la parte del montaje en dos partes, el taller y la obra.

Con esa organización, la cinta fue creada el 29 de Abril 2014.

Untitled Gantt Project

14 juil. 2014

<http://>

Project managers:

Aitor Heras

Dates:

10 févr. 2014 - 29 avr. 2014

Complete:

99%

Tasks:

40

People:

5

Tasks

Type	Priorité	Info	Nom	Date de début	Date de fin	Durée	Avancée	Responsable	Prédécesseurs	ID
	Normale		Diseno	10/02/14	20/03/14	28	99	Aitor Heras		
	Normale		Calculo	10/02/14	13/02/14	3	100			
	Normale		Bastidor 1	13/02/14	14/02/14	1	100			
	Normale		Bastidor 2	14/02/14	15/02/14	1	100			
	Normale		Bastidor 3	17/02/14	18/02/14	1	100			
	Normale		Escaleras Bastidor 1	18/02/14	20/02/14	2	100			
	Normale		Escalera Bastidor 2	20/02/14	21/02/14	1	100			
	Normale		Escalera Bastidor 3	21/02/14	22/02/14	1	100			
	Normale		Caballetes	24/02/14	26/02/14	2	100			
	Normale		Estaciones	26/02/14	27/02/14	1	100			
	Normale		Estaciones inferiores	27/02/14	28/02/14	1	100			
	Normale		Rascadores	28/02/14	01/03/14	1	100			
	Normale		Capuchas	03/03/14	04/03/14	1	100			
	Normale		Tambores	04/03/14	05/03/14	1	100			
	Normale		Estructura machacadora	05/03/14	08/03/14	3	100			

Tasks

3

Type	Priorité	Info	Nom	Date de début	Date de fin	Durée	Avancée	Responsable	Prédécesseurs	ID
	Normale		Escalera machacadora	10/03/14	11/03/14	1	93			
	Normale		Estructura desmenuzador	11/03/14	14/03/14	3	100			
	Normale		Escalera desmenuzador	14/03/14	15/03/14	1	100			
	Normale		Ensamblaje	17/03/14	20/03/14	3	95			
	Normale		Fabricación	20/03/14	11/04/14	16	100			
	Normale		Fab bastidor 1,2,3	20/03/14	01/04/14	8	100			
	Normale		Fab Caballetes	01/04/14	02/04/14	1	100			
	Normale		Fab Estaciones	02/04/14	03/04/14	1	100			
	Normale		Fab Capuchas	03/04/14	04/04/14	1	100			
	Normale		Escaleras	04/04/14	11/04/14	5	100			
	Normale		Logistica - Recepción de material	04/04/14	10/04/14	4	100			
	Normale		Tambores	04/04/14	10/04/14	4	100			
	Normale		Rascadores	04/04/14	10/04/14	4	100			
	Normale		Banda	04/04/14	09/04/14	3	100			

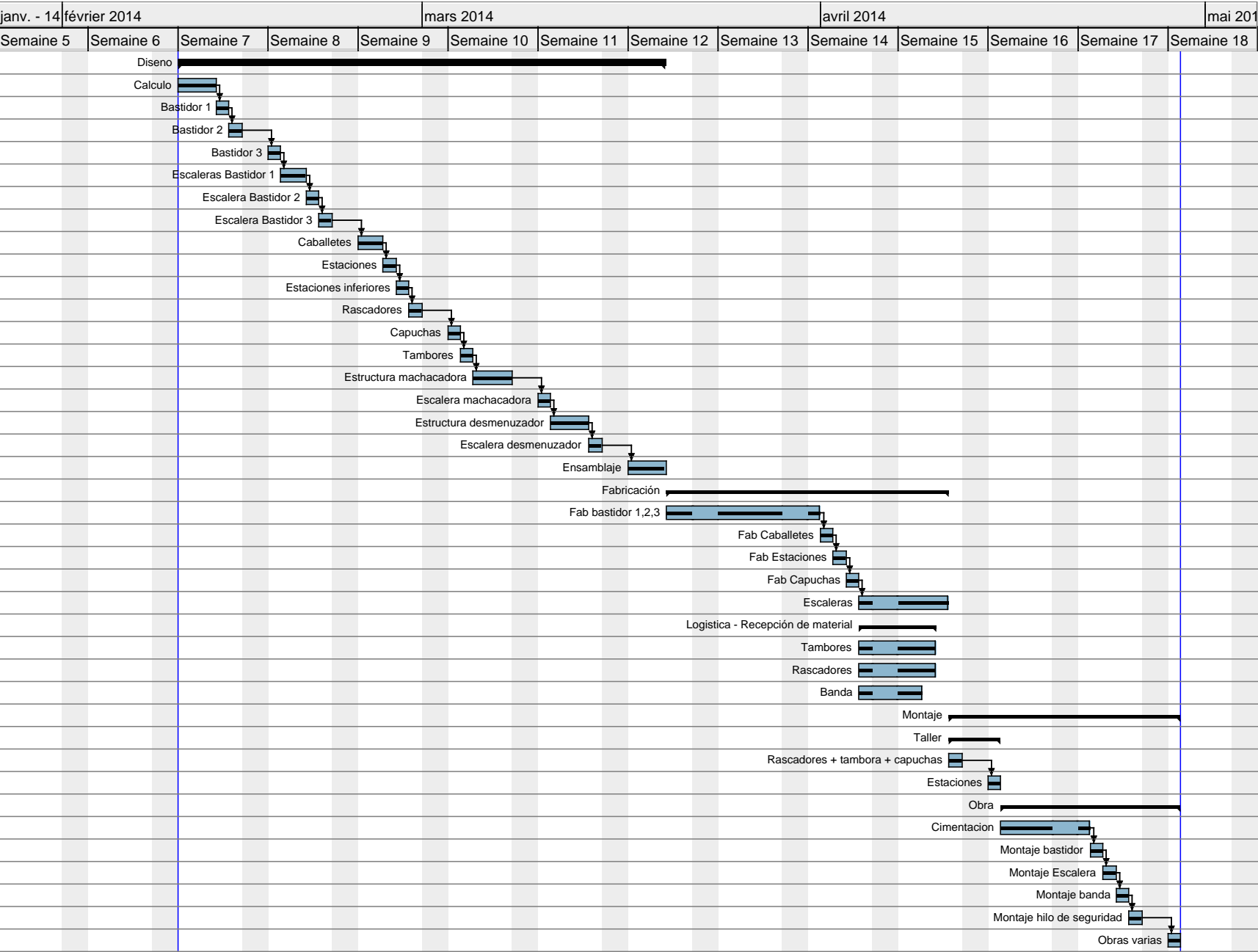
Tasks

Type	Priorité	Info	Nom	Date de début	Date de fin	Durée	Avancée	Responsable	Prédécesseurs	ID
	Normale		Montaje	11/04/14	29/04/14	12	100			
	Normale		Taller	11/04/14	15/04/14	2	100			
	Normale		Rascadores + tambora + capuchas	11/04/14	12/04/14	1	100			
	Normale		Estaciones	14/04/14	15/04/14	1	100			
	Normale		Obra	15/04/14	29/04/14	10	100			
	Normale		Cimentacion	15/04/14	22/04/14	5	100			
	Normale		Montaje bastidor	22/04/14	23/04/14	1	100			
	Normale		Montaje Escalera	23/04/14	24/04/14	1	100			
	Normale		Montaje banda	24/04/14	25/04/14	1	100			
	Normale		Montaje hilo de seguridad	25/04/14	26/04/14	1	100			
	Normale		Obras varias	28/04/14	29/04/14	1	100			

Resources

Nom	Rôle par défaut
Aitor Heras	Chef de projet
Montador 1	Non défini
Montador 2	Non défini
Montador 3	Non défini
Obrero 4	Non défini

Diagramme de Gantt



7

[illegible]

9.4 – MANUAL DE INSTRUCCIONES

MANUAL DE INSTRUCCIONES, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO.

CINTAS TRANSPORTADORAS.



CLIENTE

Universitat Jaume I

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.	244
1.1.- ADVERTENCIA.....	244
2.- DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA.	4
3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINA.....	5
3.1.- CINTA TRANSPORTADORA B800.	5
4.- PUESTA EN MARCHA.	7
5.- MANTENIMIENTO	9
6.- AVERÍAS.	10
7.- REPUESTOS RECOMENDADOS.	11
8.- CERTIFICADOS CE.....	12
9.- GARANTIAS.....	13

1.- INTRODUCCIÓN.

En la siguiente documentación se describen las características técnicas y los elementos que componen la máquina **CINTA TRANSPORTADORA** como objeto del presente proyecto.

1.1.- ADVERTENCIA.

¡ATENCIÓN!

- La puesta en marcha no podrá iniciarse sin estar habilitados todos los dispositivos de Seguridad.
- EUROMECA declina toda responsabilidad sobre sus máquinas e instalaciones en caso de que el cliente desmonte, modifique, sustituya, desconecte o inhabilite cualquiera de los dispositivos de Seguridad mecánicos, eléctricos o electrónicos instalados.
- Estas máquinas son equipos industriales por lo que deben ser operadas únicamente por personal cualificado y siguiendo lo establecido en esta documentación.
- En todo momento las máquinas deberán estar a cubierto de las inclemencias ambientales y sin ningún acceso de otro personal que el cualificado.
- La puesta en marcha de la máquina, se realizará solamente por personal cualificado.
- No poner nunca en marcha la máquina y sus diversos elementos si las protecciones y seguridades no están dispuestas en su lugar, debidamente fijadas y funcionan tanto eléctrica como electrónicamente.
- Todas las operaciones de mantenimiento se efectuarán siempre con máquina parada y suministros energéticos desconectados, salvo que se especifique lo contrario.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA.

La cinta transportadora está constituida por una banda sinfín flexible que se desplaza sobre unas estaciones superiores e inferiores de rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la fuerza de arrastre que le transmite el tambor motriz y el tensado del tambor loco de retorno. Todos los componentes y accesorios de la cinta transportadora se disponen sobre un bastidor metálico, que les da soporte y cohesión.

La cinta transportadora recibe el material en el punto de carga mediante una tolva que lo recibe y organiza sobre la banda, y lo transporta hasta el punto de descarga. En función del producto a transportar, la banda puede ir provista en todo su recorrido de unas guías laterales (gualderas) que no permiten desbordamientos inadecuados.

En el cabezal motriz de la cinta se encuentra un rascador de limpieza para evitar que se aglomere material en la banda lo que ocasionaría mal funcionamiento de la máquina. Este elemento es auto-ajustable por medio de dos tensores automáticos. En función de la aplicación de la máquina también puede llevar en el retorno de la banda y por el interior de este otro rascador en forma de "V" para limpiar la banda por la cara que hace contacto con los tambores de arrastre y de tensión.

La cinta transportadora tiene previstas estaciones guías tanto en el avance de la banda como en su retorno para evitar los desplazamientos mayores hacia los laterales de la cinta.

En general las cintas transportadoras es uno de los sistemas más eficientes para transporte de material, ya que los elementos básicos que la conforman como las bandas y los rodillos son de gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones, suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento.

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA MAQUINA.

3.1.- CINTA TRANSPORTADORA b800.

1 Cinta transportadora.

- N° de máquina	951/2011
- Modelo	B-800
- Longitud entre centro de tambores	33 m.
- Inclinación	14º
- Mototambor de arrastre	Tubular
Diámetro exterior	Ø500 mm. Forrado de goma.
2 Unidades cónicas de fijación	“TOLLOK” TLK-130 de Ø65 x Ø95 mm.
2 Soportes con rodamiento	UCF-213
- Tambor tensor	Tubular
Diámetro exterior	Ø400 mm. Forrado de goma.
2 Unidades cónicas de fijación	“TOLLOK” TLK-130 de Ø65 x Ø95 mm.
2 Soportes con rodamiento	UCT-213
- Banda de goma lisa	De ancho 800 mm.
Tipo	EP-500/4 4+2 Caucho blanco (4 Telas)
Desarrollo	20'01 m + empalme
- 33 Rodillos parte superior	
Dimensiones	De Ø89 x 323 mm. de longitud.
Dimensiones del eje	De Ø20 x 341 mm con 2 bayonetas 14/9 mm

Separación de rodillos	1000 mm.
- 5 Rodillos inferiores	
Dimensiones	De Ø89x 958 mm. de longitud. (Con roldanas de goma)
Dimensiones del eje	De Ø20 x 926 mm. con 2 bayonetas 14/9 mm
Separación de rodillos	2000 mm.
- 1 Rascador	
Dimensiones de la goma BLANCA	870 x 70 x 15 mm. (Dureza 65 Shore)
2 Tensores automáticos	ROSTA modelo SE 27 Ref. 06 011 004
- 1 Sensor de giro	Marca "Telemecanique"
Referencia	XS2 12 BL PAL 2 – 24V
- 4 Detectores de desvío de banda	Marca "Telemecanique"
- 1 Micro de seguridad	Marca "Allen-Bradley Guardmaster"
Modelo	Lifeline 4 440E-L13042-SER-E M20
- Velocidad media	60 m. /min.

4.- PUESTA EN MARCHA.

¡¡No poner nunca en marcha la instalación y sus diversos elementos si las protecciones y seguridades no están dispuestas en su lugar y debidamente fijadas!!

A continuación se detallan los pasos a seguir para realizar la puesta en marcha de la máquina:

Previamente a la puesta en marcha de cada máquina, verificar que se cumplen los siguientes puntos:

- **Todas las protecciones y seguridades, tanto mecánicas como eléctricas y electrónicas se encuentran en su lugar debidamente fijadas y funcionan correctamente.**
- Todas las partes móviles de la cinta están libres de objetos extraños que pudieran impedir su normal funcionamiento.
- El reductor está debidamente engrasado y contiene la cantidad necesaria de aceite lubricante.
- La banda está convenientemente tensada.
- El detector inductivo funciona. Para comprobarlo, basta con acercarle un objeto metálico, iluminando éste un pequeño “led”. Comprobar que la distancia de éste a la media luna es la adecuada para su detección.

Los pasos a seguir para realizar la puesta en marcha de las cintas con accionamiento **sin dispositivo antirretorno** son los siguientes:

- La primera puesta en marcha completa de la cinta se debe realizar sin material, es decir, con la banda completamente vacía durante esta operación.
- Arrancar el accionamiento y observar si su sentido de giro es el correcto para que la banda transporte el material en la dirección deseada. Si no es así, parar éste e invertir el sentido de giro intercambiando para ello dos de las tres fases de la alimentación. En las **cintas reversibles**, las pruebas se harán en ambos sentidos.
- Después de verificar que el sentido de giro es el adecuado, observar con el motor en marcha que la tensión de la banda es la adecuada, y que ni se desliza ni se descentra de los tambores. Si no es así, utilizar los tensores para centrarla correctamente.
- Comprobar que todos los rodillos giran correctamente cuando la banda está en movimiento.
- Realizar a continuación las operaciones indicadas en los dos puntos anteriores pero ahora con material.

- Comprobar con un amperímetro que el consumo del motor a plena carga es menor o igual que el indicado en su placa de características (Intensidad nominal I_n).

Los pasos a seguir para realizar la puesta en marcha de las cintas con **dispositivos antirretorno externos** son los mismos que para las otras, pero previamente al arranque del accionamiento, desmontar el antirretorno para probar el sentido de marcha y una vez que éste sea el correcto, volver a montarlo.

Si el dispositivo antirretorno es interno, lo lleva el reductor integrado, hemos de asegurarnos de que el motor ha sido conectado para trabajar en el sentido de rotación correcto. Si el conexionado eléctrico se ha realizado conforme indica el esquema eléctrico del moto-reductor, este rodará en sentido correcto. De no realizarse el conexionado indicado, se corre el riesgo de dañar gravemente el motorreductor.

5.- MANTENIMIENTO.

¡¡ Todas las operaciones de mantenimiento se efectuarán siempre con máquina parada y suministros energéticos desconectados!!

A continuación se detallan los intervalos de tiempo y las tareas a realizar necesarios para el mantenimiento:

- Revisar mensualmente el estado general de la cinta transportadora, comprobar el centrado y tensado de la banda.
- Comprobar mensualmente el nivel de aceite del reductor y actuar según instrucciones del manual del moto-reductor que se adjunta a esta documentación.
- Comprobar periódicamente (como mínimo una vez a la semana) que todos los rodillos tanto superiores como inferiores de la cinta giran al contacto con la banda para evitar un desgaste inadecuado de los mismos. Sustituir los rodillos que se hayan estropeado y no giren convenientemente.
- Comprobar periódicamente (como mínimo dos veces al mes) el estado de la banda como cortes, ralladuras, desgastes, desprendimientos en los empalmes, grietas, etc. y comprobar su evolución entre revisiones.
- Engrasar regularmente todos los rodamientos de la máquina.
- Con el paso del tiempo y el oscilar anual de las temperaturas, los cables de seguridad de las cintas se suelen ir destensando. Proceder a su retensado (existen tensores habilitados para tal fin). Comprobar que cuando se tira de la cuerda se para la instalación y salta la alarma pertinente.
- Revisar mensualmente el estado de los rascadores de las cintas. Si observamos que se ha quedado destensado (no rasca con la suficiente presión), proceder a su reapriete y si observamos que la goma se encuentra muy desgastada, proceder al desmontaje del rascador y sustituir la misma.

6.- AVERÍAS.

¡¡ Las máquinas de esta instalación son equipos industriales. Deben ser operadas únicamente por personal cualificado y siguiendo lo establecido en esta documentación!!

¡¡ Todas las operaciones a realizar se efectuarán siempre con máquina parada y

Además de las tratadas a continuación, existen multitud de situaciones que pueden originar averías. La mayoría de éstas provienen de mantenimiento y lubricación defectuosos. En dichos casos se recomienda no considerar únicamente los síntomas sino buscar las razones últimas que originan el mal funcionamiento.

Si al dar la orden de poner en marcha sucede lo siguiente:

- El motor no arranca al darle la orden. En primer lugar verificarlo físicamente y si todo es correcto, comprobar que:
 - El motor, el reductor y el eje de arrastre no tienen ninguna causa que les impida girar.
 - El micro de cuerda no está disparado.
 - El sistema de arranque no está estropeado.
 - El motor no está estropeado o no le llega bien la tensión eléctrica.
- El motor arranca o estaba en marcha, pero de repente se para:
 - Comprobar que no se ha disparado el micro de cuerda.
 - Verificar que no hay un deslizamiento, rotura ó enganche en la banda.
 - Comprobar que el detector de proximidad funciona bien y está a la distancia adecuada de la media luna del tambor para mandar señal cada vez que detecta el paso de ésta, ya que si no la detecta hace parar el motor inmediatamente.
 - Comprobar también que el protector térmico del motor está bien ajustado y no salta por sobrecarga.
- El motor arranca y funciona perfectamente, al igual que el detector, pero la banda no avanza a la velocidad que debería:
 - Comprobar que no hay deslizamiento de la banda sobre el tambor de arrastre, verificando el tensado y centrado de la misma.
 - Comprobar que la banda no esté deteriorada o rota.
 - Comprobar que la alimentación al motor es correcta.

7.- REPUESTOS RECOMENDADOS.

- 1 Mototambor eléctrico trifásico de 5,5 Kw.
- 2 Soportes de rodamientos Modelo UCF-213
- 2 Soportes de rodamientos Modelo UCT-213
- 1 Unidad de fijación “TOLLOK” TLK-130 de Ø65 x Ø95 mm.
- 9 Rodillos Ø89x323 mm., con eje de Ø20x341 mm. y 2 bayonetas 14/9 mm.
- 2 Rodillos Ø89x958 mm. con roldanas de goma, con eje de Ø20x926 mm. y 2 bayonetas 14/9.
- 2 Tensores automáticos “ROSTA” modelo SE-27 Ref.: 06 011 004
- 1 Sensores de giro “TELEMECANIQUE” Ref.: XS2 12 BL PAL 2 – 24V
- 1 Micros de seguridad “Allen-Bradley Guardmaster” Lifeline-4 440E-L13042-SER-E M20.

8.- CERTIFICADOS CE.

DECLARACION DE CONFORMIDAD “CE” DIRECTIVA SOBRE MAQUINAS (2006/42/CE), RD. 1644/2008

D. como ADMINISTRADOR de la firma EUROMECANICA CASTELLONENSE, fabricante de MAQUINARIA INDUSTRIAL con domicilio social en POL. IND. DE LA RAMBLA 12550 ALMAZORA (CASTELLON).

DECLARA: que a efectos de lo establecido en el artículo 5 de la Directiva del Consejo de 17 de mayo de 2.006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición), la máquina:

MODELO: CINTA B800/CH1060
Nº DE SERIE: 949

Cumple según los requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas descritas en el Anexo I de la citada directiva.

Que la máquina no se encuentra entre las recogidas en el Anexo IV.

Que ha sido diseñada y fabricada teniendo en cuenta las normas:

UNE-EN ISO 12100-1:2004, EN ISO 13857:2008, EN 60204-1

Para que conste en **ALMAZORA** a **02** de **FEBRERO** de **2014**.

Firmado:

9.- GARANTIAS.

9.1. VALIDACIÓN Y CERTIFICADO DE GARANTIA

D. como ADMINISTRADOR de la firma EUROMECANICA CASTELLONENSE, fabricante de MAQUINARIA INDUSTRIAL con domicilio social en POL. IND. DE LA RAMBLA 12550 ALMAZORA (CASTELLON).

DECLARA: que este documento constituye a la vez Validación y Certificación de Garantía de la máquina aquí reseñada:

MODELO:	CINTA B800/CH1060
Nº DE SERIE:	951

La garantía se extenderá hasta los doce (12) meses siguientes al inicio de las pruebas en carga de la maquinaria fabricada por **EUROMECA**, siempre que no se demore más de tres (3) meses después de las pruebas en vacío.

Esta garantía comprende la sustitución del material, incluyendo la mano de obra.

No será válida en el caso de que cualquier modificación o reparación de la misma no sea realizada por **EUROMECA**.

La garantía no comprende el desgaste normal y forzado, así como los daños motivados por el indebido uso o mantenimiento, desconocimiento e impericia, por someter las máquinas a producciones superiores a las pactadas, o daños que sean fortuitos o de fuerza mayor.

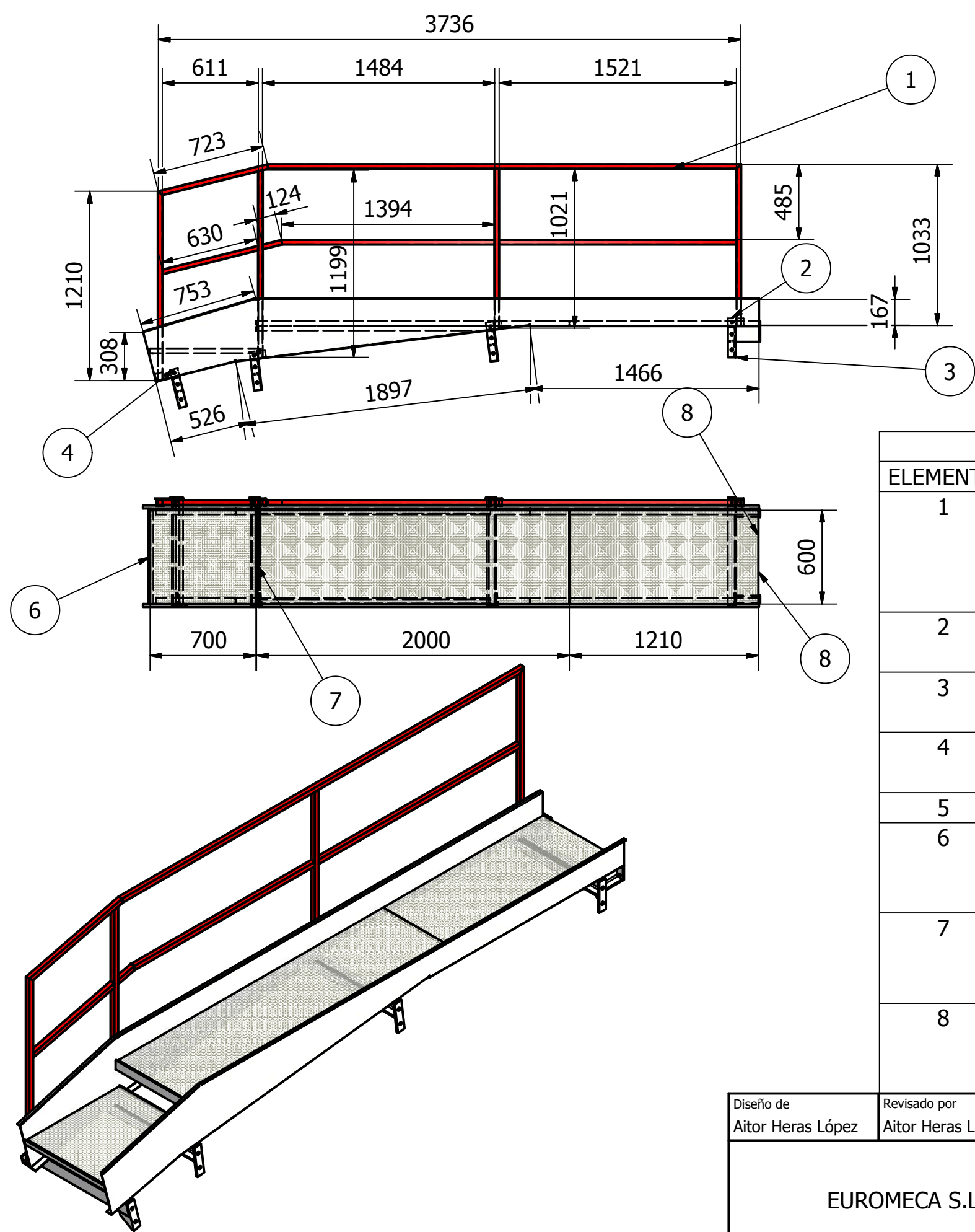
La garantía no cubre otros daños tales como reducción de la producción, así como otros daños indirectos y consecuenciales que se puedan derivar.

Con relación a los materiales comerciales integrados en nuestra maquinaria y que no son de nuestra fabricación la garantía será la que nos conceda el proveedor, sin que se puedan exigir otras.

Queda sin efecto la garantía en el caso de no pagar el cliente cualquiera de los plazos estipulados con toda puntualidad.


Para que conste en **ALMAZORA** a **02** de **FEBRERO** de **2014**.

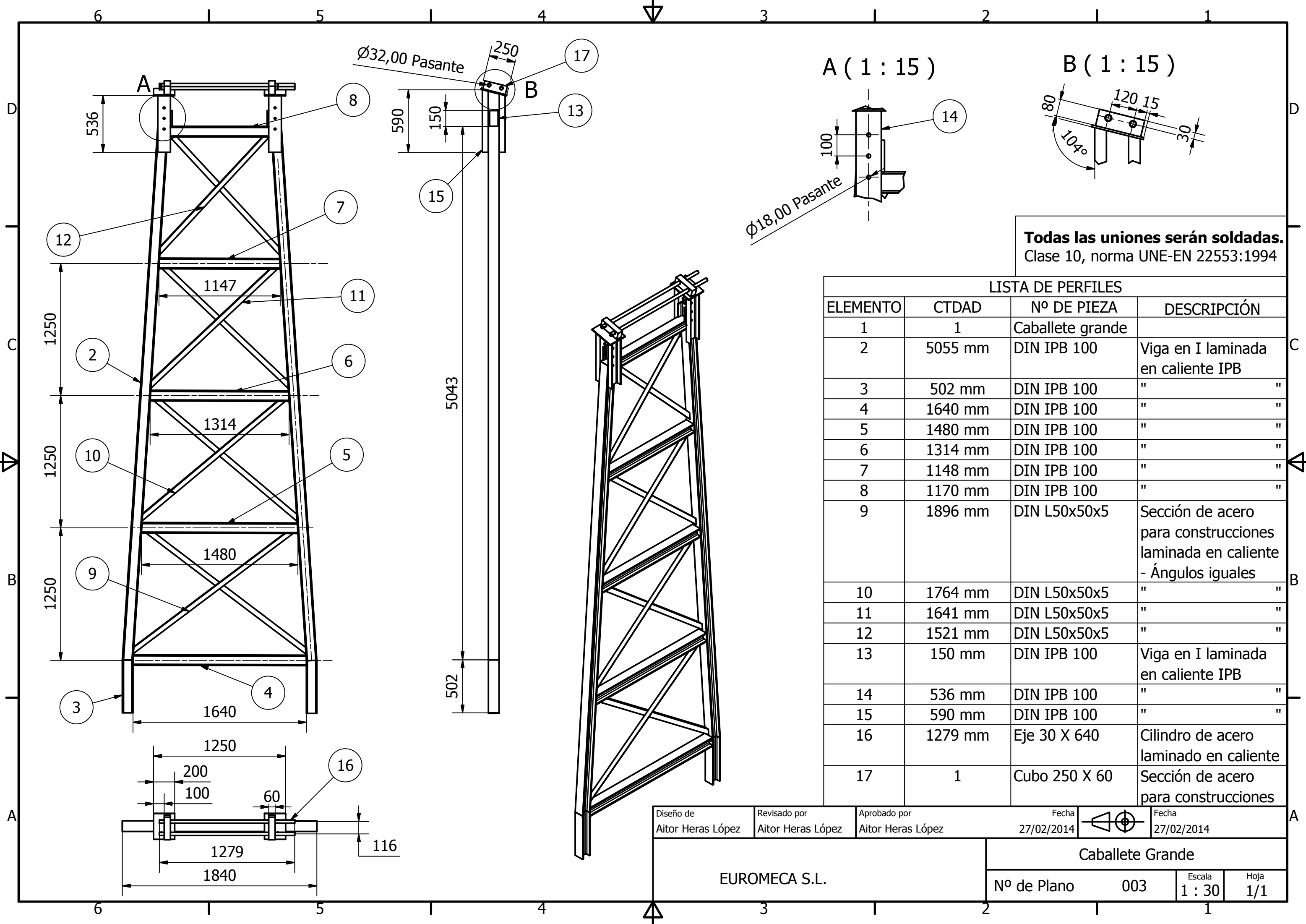
Firmado:



Todas las uniones serán soldadas.
Clase 10, norma UNE-EN 22553:1994

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Barandilla	DIN Cuadrado 30 X 30 X 3.Sección cuadrada de acero para construcciones laminada en caliente - angulos iguales
2	3	Pieza C	Chapa de acero al carbono de 100 X 45 X 4,5 mm
3	3	Pieza B	Chapa de acero al carbono de 200 X 50 X 4,5 mm
4	1	Pieza E	Chapa de acero al carbono de 100 X 45 X 4,5 mm
5	1	Rodapié	Chapa de acero al carbono
6	1	Rejilla	Peldaños Galvanizados de 700 X 600 con reja de 30 X 30. Este es soportado por DIN L 50 X 50 X 5
7	1	Rejilla 1	Peldaños Galvanizados de 1210 X 600 con reja de 30 X 30. Este es soportado por DIN L 50 X 50 X 5
8	1	Rejilla 2	Peldaños Galvanizados de 2000 X 600 con reja de 30 X 30. Este es soportado por DIN L 50 X 50 X 5

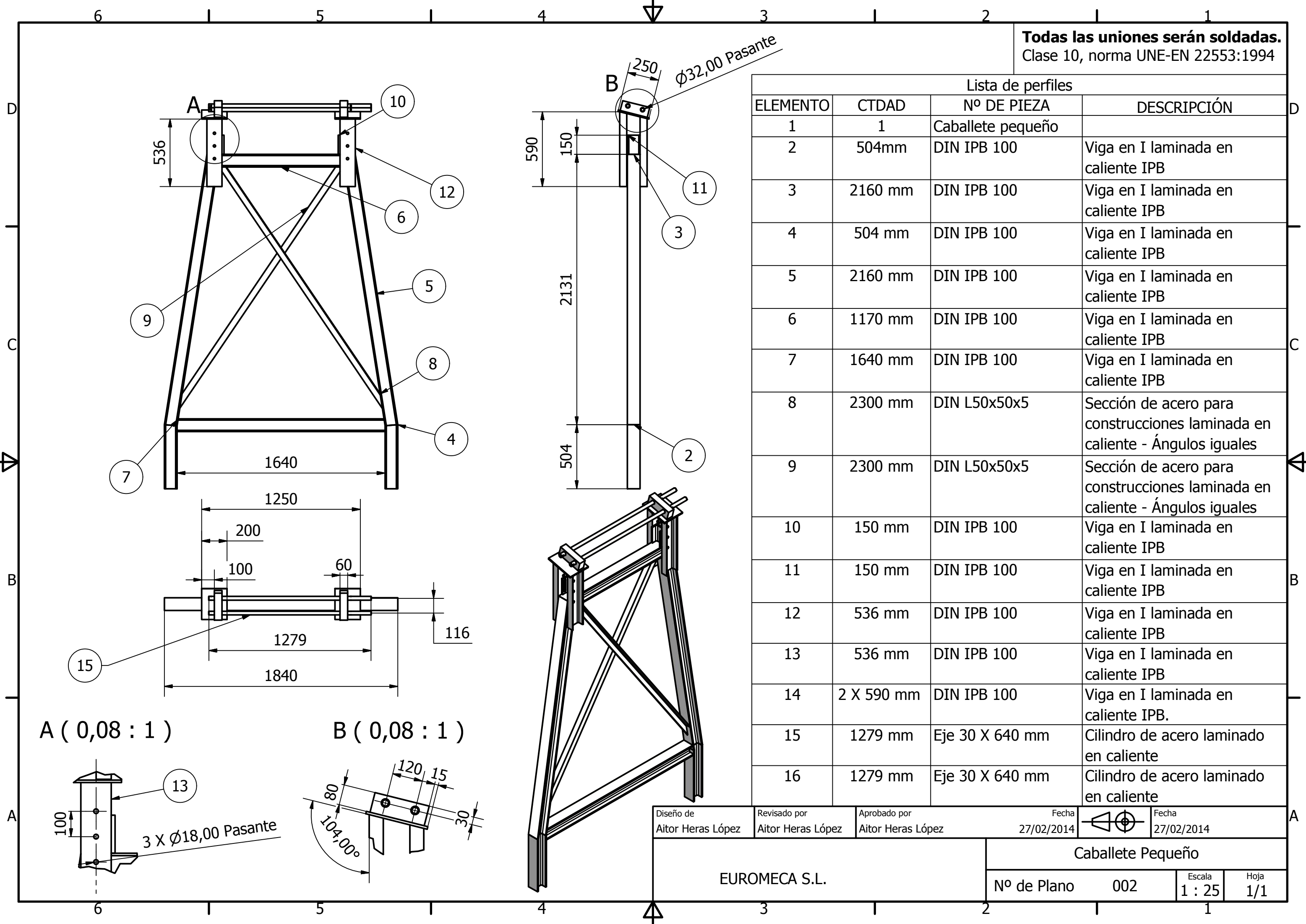
Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014		Fecha 27/02/2014
EUROMECA S.L.			Plano Escalera Tramo Motriz		
Nº de Plano		007		Escala 1 : 30	Hoja 1/1



Todas las uniones serán soldadas.
Clase 10, norma UNE-EN 22553:1994

LISTA DE PERFILES			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Caballote grande	
2	5055 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
3	502 mm	DIN IPB 100	" "
4	1640 mm	DIN IPB 100	" "
5	1480 mm	DIN IPB 100	" "
6	1314 mm	DIN IPB 100	" "
7	1148 mm	DIN IPB 100	" "
8	1170 mm	DIN IPB 100	" "
9	1896 mm	DIN L50x50x5	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
10	1764 mm	DIN L50x50x5	" "
11	1641 mm	DIN L50x50x5	" "
12	1521 mm	DIN L50x50x5	" "
13	150 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
14	536 mm	DIN IPB 100	" "
15	590 mm	DIN IPB 100	" "
16	1279 mm	Eje 30 X 640	Cilindro de acero laminado en caliente
17	1	Cubo 250 X 60	Sección de acero para construcciones

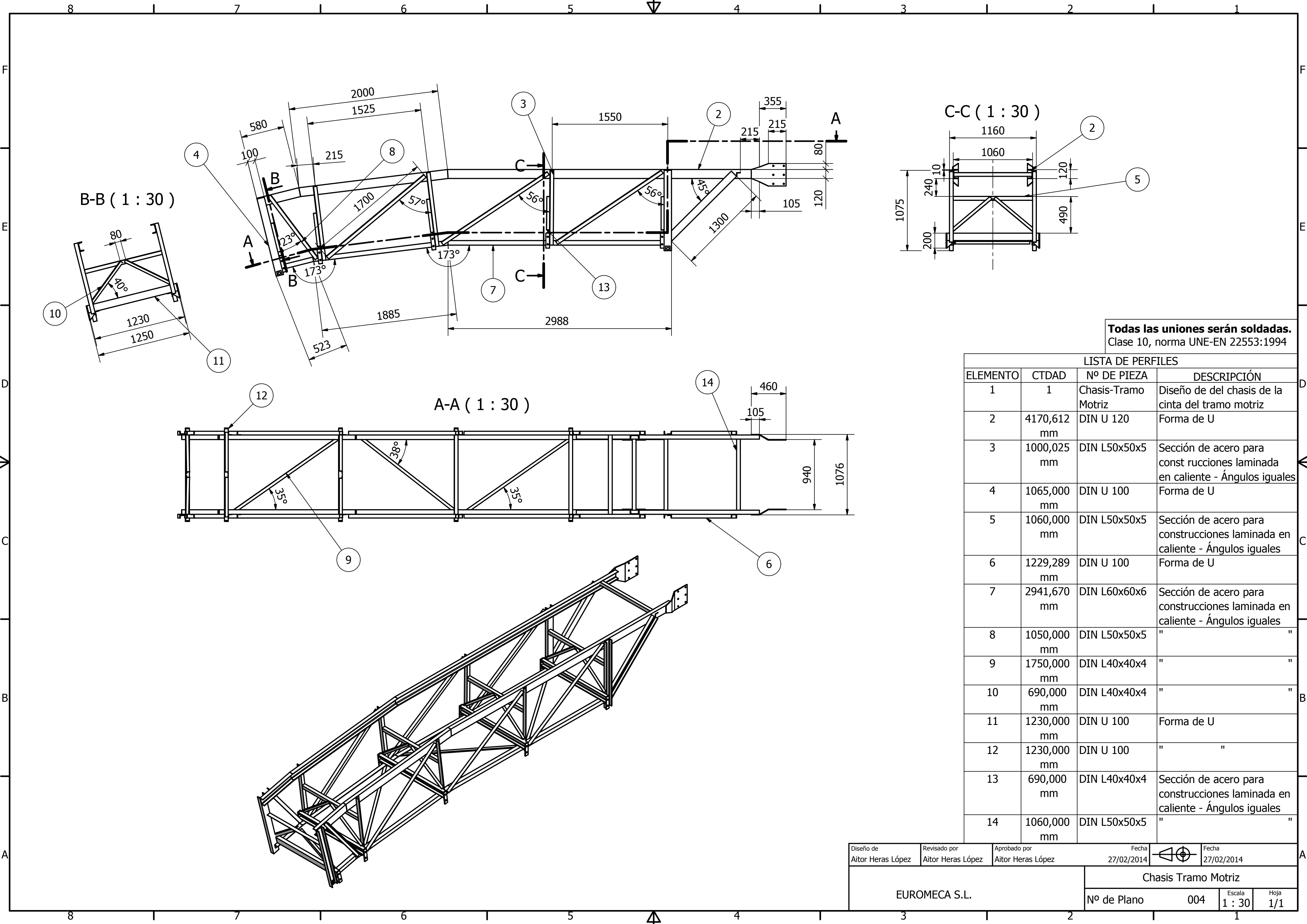
Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014		Fecha 27/02/2014
EUROMECA S.L.			Caballote Grande		
			Nº de Plano 003	Escala 1 : 30	Hoja 1/1



Todas las uniones serán soldadas.
Clase 10, norma UNE-EN 22553:1994

Lista de perfiles			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Caballete pequeño	
2	504mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
3	2160 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
4	504 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
5	2160 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
6	1170 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
7	1640 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
8	2300 mm	DIN L50x50x5	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
9	2300 mm	DIN L50x50x5	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
10	150 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
11	150 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
12	536 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
13	536 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB
14	2 X 590 mm	DIN IPB 100	Viga en I laminada en caliente IPB.
15	1279 mm	Eje 30 X 640 mm	Cilindro de acero laminado en caliente
16	1279 mm	Eje 30 X 640 mm	Cilindro de acero laminado en caliente

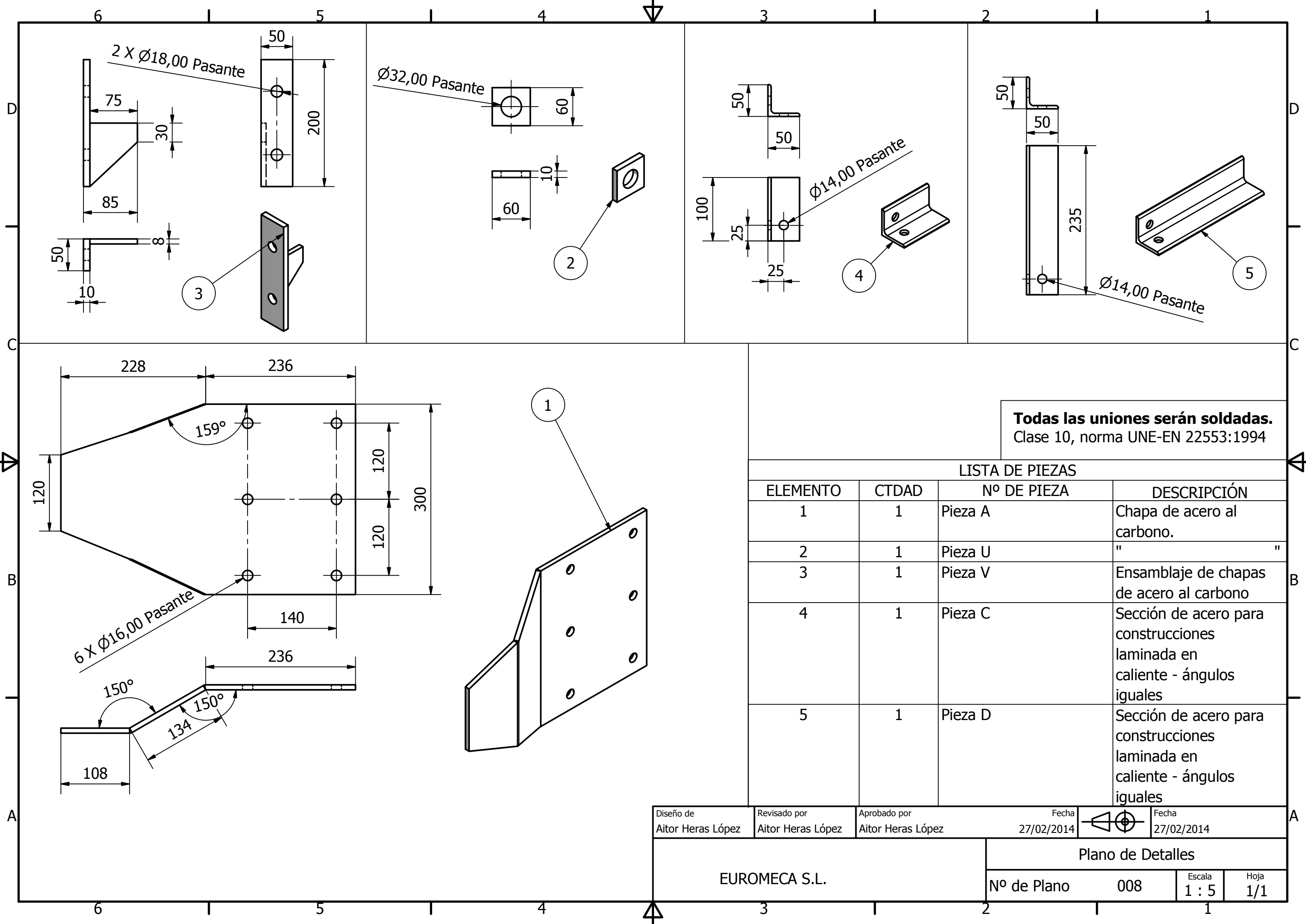
Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014		Fecha 27/02/2014
EUROMECA S.L.			Caballete Pequeño		
Nº de Plano		002	Escala	1 : 25	Hoja
					1/1



Todas las uniones serán soldadas.
Clase 10, norma UNE-EN 22553:1994

LISTA DE PERFILES			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Chasis-Tramo Motriz	Diseño de del chasis de la cinta del tramo motriz
2	4170,612 mm	DIN U 120	Forma de U
3	1000,025 mm	DIN L50x50x5	Sección de acero para const rucciones laminada en caliente - Ángulos iguales
4	1065,000 mm	DIN U 100	Forma de U
5	1060,000 mm	DIN L50x50x5	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
6	1229,289 mm	DIN U 100	Forma de U
7	2941,670 mm	DIN L60x60x6	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
8	1050,000 mm	DIN L50x50x5	"
9	1750,000 mm	DIN L40x40x4	"
10	690,000 mm	DIN L40x40x4	"
11	1230,000 mm	DIN U 100	Forma de U
12	1230,000 mm	DIN U 100	" "
13	690,000 mm	DIN L40x40x4	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
14	1060,000 mm	DIN L50x50x5	"

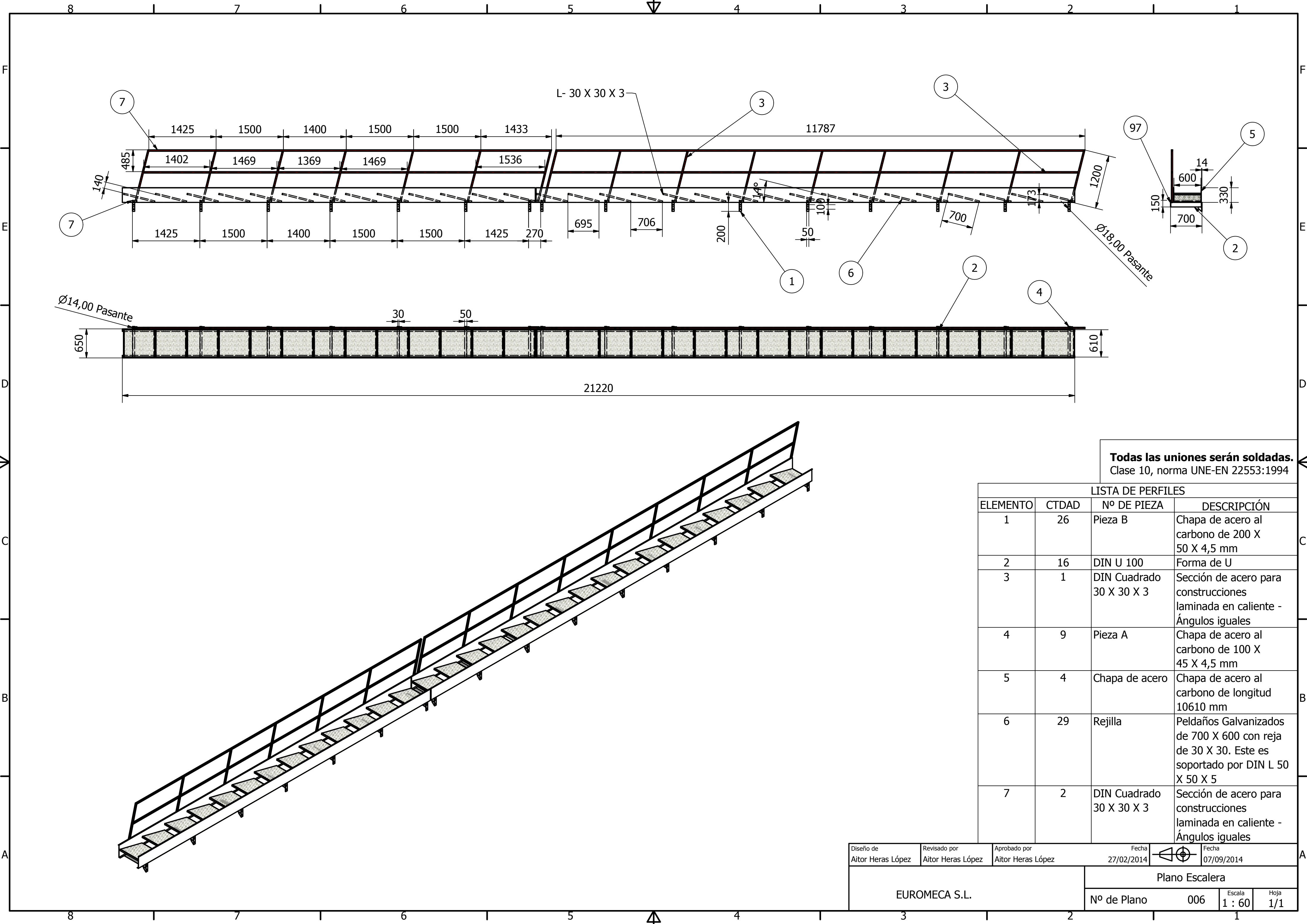
Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014		Fecha 27/02/2014
EUROMECA S.L.			Chasis Tramo Motriz		
Nº de Plano			004	Escala 1 : 30	Hoja 1/1



Todas las uniones serán soldadas.
Clase 10, norma UNE-EN 22553:1994

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Pieza A	Chapa de acero al carbono.
2	1	Pieza U	" "
3	1	Pieza V	Ensamblaje de chapas de acero al carbono
4	1	Pieza C	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - ángulos iguales
5	1	Pieza D	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - ángulos iguales

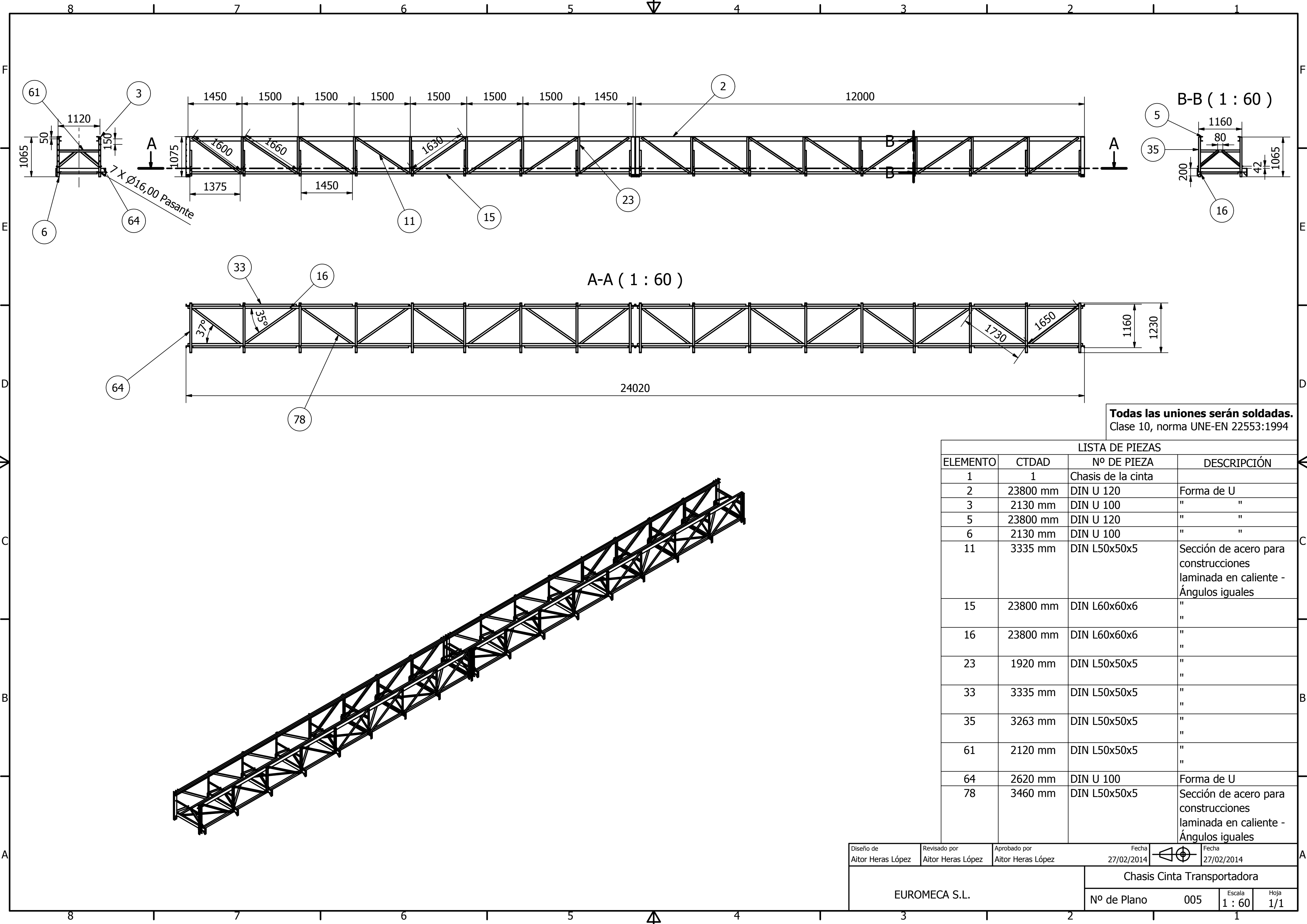
Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014	Fecha 27/02/2014
EUROMECA S.L.		Plano de Detalles		
		Nº de Plano	008	Escala 1 : 5
				Hoja 1/1



Todas las uniones serán soldadas.
Clase 10, norma UNE-EN 22553:1994

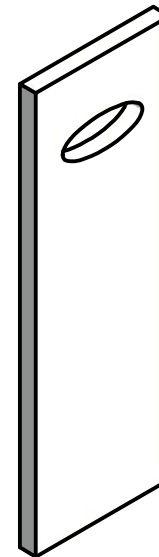
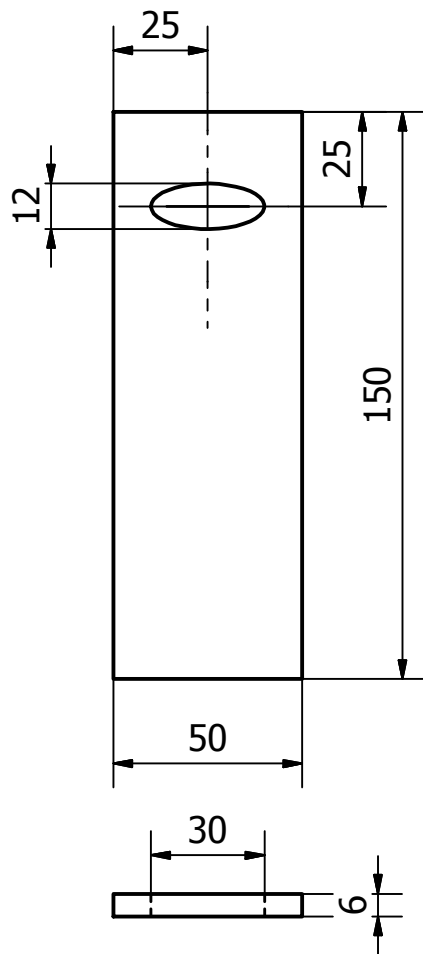
LISTA DE PERFILES			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	26	Pieza B	Chapa de acero al carbono de 200 X 50 X 4,5 mm
2	16	DIN U 100	Forma de U
3	1	DIN Cuadrado 30 X 30 X 3	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
4	9	Pieza A	Chapa de acero al carbono de 100 X 45 X 4,5 mm
5	4	Chapa de acero	Chapa de acero al carbono de longitud 10610 mm
6	29	Rejilla	Peldaños Galvanizados de 700 X 600 con reja de 30 X 30. Este es soportado por DIN L 50 X 50 X 5
7	2	DIN Cuadrado 30 X 30 X 3	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales

Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014	Fecha 07/09/2014
EUROMECA S.L.			Plano Escalera	
Nº de Plano		006	Escala 1 : 60	Hoja 1/1



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Chasis de la cinta	
2	23800 mm	DIN U 120	Forma de U
3	2130 mm	DIN U 100	" "
5	23800 mm	DIN U 120	" "
6	2130 mm	DIN U 100	" "
11	3335 mm	DIN L50x50x5	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales
15	23800 mm	DIN L60x60x6	" "
16	23800 mm	DIN L60x60x6	" "
23	1920 mm	DIN L50x50x5	" "
33	3335 mm	DIN L50x50x5	" "
35	3263 mm	DIN L50x50x5	" "
61	2120 mm	DIN L50x50x5	" "
64	2620 mm	DIN U 100	Forma de U
78	3460 mm	DIN L50x50x5	Sección de acero para construcciones laminada en caliente - Ángulos iguales

Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014	Fecha 27/02/2014
EUROMECA S.L.			Chasis Cinta Transportadora	
Nº de Plano		005	Escala 1 : 60	Hoja 1/1



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Pieza E	Chapa de acero al carbono

Diseño de Aitor Heras López	Revisado por Aitor Heras López	Aprobado por Aitor Heras López	Fecha 27/02/2014		Fecha 27/02/2014
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---	---------------------

EUROMECA S.L.	Plano Detalle Pieza E					
	Nº de Plano	010	<table><tr><td>Escala</td><td>Hoja</td></tr><tr><td>1 : 2</td><td>1/1</td></tr></table>	Escala	Hoja	1 : 2
Escala	Hoja					
1 : 2	1/1					

